

**KENTSEL PEYZAJLARDAKİ BİTKİ YETİŞME ORTAMI
ÖZELLİKLERİNİN EKOSİSTEM HİZMETLERİ YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ: DÜZCE KENT ÖRNEĞİ**

GAMZE AKDOĞAN CİNAL

**YÜKSEK LİSANS
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Engin EROĞLU**

DÜZCE, 2023

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KENTSEL PEYZAJLARDAKİ BİTKİ YETİŞME ORTAMI
ÖZELLİKLERİNİN EKOSİSTEM HİZMETLERİ YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ: DÜZCE KENT ÖRNEĞİ

Gamze AKDOĞAN CİNAL tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Engin EROĞLU

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç.Dr. Engin EROĞLU

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Kıvanç AK

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Alperen MERAL

Bingöl Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 25/07/2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

25.07.2023

Gamze AKDOĞAN CİNAL

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bana kattıklarından ve bu tezin hazırlanma süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı tez danışmanım Doç. Dr. Engin EROĞLU' en içten dileklerle teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana yol gösteren, yardım ve desteğini esirgemeyen hocam Arş. Gör. Nermin BAŞARAN'a, tez çalışmam süresince bilgisini ve desteğini esirgemediği, her konuda ilgi ile yaklaştığı için hocam Arş. Gör. Tuba Gül DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarımızdaki ve tezimdaki katkılarından dolayı ikisine de minnettarım.

TUBİTAK tarafından desteklenen 121O403 numaralı ve "İklim Değişikliği Etkilerinin Azaltılmasında Floristik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerinin Kent Ölçeğinde Etkilerinin Belirlenmesi" başlıklı ve bursiyer olarak görev aldığım 1001 proje kapsamında öncelikle TÜBİTAK'a, proje yürütücüsü Doç. Dr. Engin EROĞLU'na, araştırmacılar Arş. Gör. Tuba Gül DOĞAN'a ve Arş. Gör. Nermin BAŞARAN'a teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Düzce Üniversitesi BAP 2021.02.01.1211 Numaralı Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

Düzce Üniversitesi Ekoloji Laboratuvarında yaptığım çalışma ve analizler boyunca bana öğrettikleri için Arş. Gör. Abdullah Hüseyin DÖNMEZ'e, analizlerin yapılması süresince bana yardım eden ve hep yanımda olan arkadaşım Merve ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Her koşulda yanımda oldukları için aileme ve eşim İbrahim CİNAL'a teşekkür ederim.

25.07.2023

Gamze AKDOĞAN CİNAL

İÇİNDEKİLER

.....	
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
TABLO LİSTESİ.....	VIII
KISALTMALAR.....	IX
SİMGELER.....	X
ÖZET.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1.ÇALIŞMANIN AMACI.....	8
1.2.HİPOTEZLER.....	9
1.3.KAYNAK ÖZETİ.....	9
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
2.1. MATERYAL.....	13
2.1.1. Çalışma Alanı.....	13
2.1.2. Araştırmanın Genel Kurgusu.....	16
2.2. YÖNTEM.....	17
2.2.1.Yersel Ölçümler.....	17
2.2.1.1.Toplanan örneklerin Laboratuvar Analizleri.....	19
2.2.1.2. 2018 Yılı FAO Veri Tabanından Elde Edilen TOK Haritasının Değerlendirilmesi.....	28
2.2.1.3. Yersel ölçümlerle Hazırlanan TOK Haritasının Değerlendirilmesi..	29
3.BULGULAR.....	30
3.1. ÇALIŞMA ALANININ TOPRAK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	30
3.1.1. Toprak İskeleti.....	30
3.1.2. Toprak Tekstürü.....	30
3.1.3. Toprak Reaksiyonu (Ph) ve Elektrik İletkenliği (EC).....	31
3.1.4. Toprak Organik Madde Miktarı.....	32
3.1.5. Toprak Kireç (CaC03) İçeriği.....	32
3.2. TOPRAK ORGANİK KARBON MİKTARININ BELİRLENMESİ.....	34
3.3. 2018 YILI FAO VERİ TABANINDAN ELDE EDİLEN TOK HARİTASININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	38
3.4. YERSEL ÖLÇÜMLERLE ELDE EDİLEN TOK HARİTASININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	41

3.5.TARTIŞMA	43
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
4.1. SONUÇ.....	49
5.KAYNAKÇA.....	52
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Sera gazı etkisi (https://tua.gov.tr/tr/blog/dunya/iklim-degisikligi).....	1
Şekil 2. Karbon döngüsü (https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/elementlerin-dogadaki-donusumu).....	4
Şekil 3. Türkiye Toprak Organik Karbonu (TOK) Stok Haritası (ÇEM, 2018).	12
Şekil 4. Çalışma Alanı	13
Şekil 5. Düzce İli Meteorolojik Verileri (1959-2021 Ortalama Değerleri)(Meteoroloji GenelMüdürlüğü,2022).....	19
Şekil 6. Araştırmanın Genle kurgusu.....	20
Şekil 7. 0-30 Cm Derinlikte Açılan Profil	17
Şekil 8. Çalışma Alanı Noktaları ve Arazi Kullanım Dağılımı	22
Şekil 9. İskelet Oranı Bulmak İçin Numunelerin Dövülmesi, Tartılması ve Elenmesi İşlemi.....	20
Şekil 10. Uluslararası Tekstür Üçgeni	25
Şekil 11. Tekstür Analizi İçin Numune Tartımı Ve Calgon İlavesi.....	26
Şekil 12. Tekstür Analizi Hazırlık Aşaması.....	22
Şekil 13. Tekstür Analizinin Yapılması	27
Şekil 14. Ph-EC İçin 24 Saat Bekletilecek Karışım.....	28
Şekil 15. Ph-EC İçin Tartım Ve Ölçüm Aşamaları.....	28
Şekil 16. Scheibler Kalsimetresi	29
Şekil 17. Kireç Analizi İçin 5 Gr Hazırlanmış Toprak Numuneleri	25
Şekil 18. 10 Ml HCL Asidi Alınımı Ve Uygulanması.....	30
Şekil 19. Kireç Analizinin Yapılması	30
Şekil 20. 10ml Ve 30ml Kroze.....	31
Şekil 21. Fırınlanmış Rutubet Numuneleri	31
Şekil 22. Tartılmış Ve Fırınlanma Hazır Organik Madde Numuneleri	32
Şekil 23. Çalışma Alanı Topak Türleri Dağılımı	34
Şekil 24. Urban Atlas Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılım Grafiği (%).....	37
Şekil 25. Toprak Türlerinin Organik Karbon Miktarına (%) Göre Dağılım Grafiği .	38
Şekil 26. Urban Atlas Arazi Sınıflarının Organik Karbon Miktarına (%) Göre Dağılım Grafiği	40
Şekil 27. TOK stoklarının farklı arazi kullanımlarındaki dağılımı	41
Şekil 28. TOK Stoklarının Çalışma Alanındaki Dağılımı	45
Şekil 29. Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılımı.....	46
Şekil 30. Türkiye Topraklarının pH Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).	47

Şekil 31. Türkiye Topraklarının Organik Madde Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).....	48
Şekil 32. Türkiye Topraklarının Kireç (CaCO ₃) Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).....	49
Şekil 33. Türkiye Toprak Organik Karbon Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).....	50



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Ekosistem Hizmetleri Sınıflandırması (TEEB, 2011)	3
Tablo 2. Noktaların Arazi Kullanımlarına Dağılımı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tablo 3. pH Değerlerine Göre Toprağın Reaksiyon Durumu.....	34
Tablo 4. Toprakların Organik Madde Değerlerine Göre Sınıfları	35
Tablo 5. Toprakların kireç içeriklerine göre sınıfları.....	36
Tablo 6. Urban Atlas Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılımı (%).....	36
Tablo 6 Devam. Urban Atlas Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılımı (%)	37
Tablo 7. Arazi örtülerine göre TOK stoklarının dağılım değerleri	42
Tablo 7 Devam. Arazi örtülerine göre TOK stoklarının dağılım değerleri.....	44

KISALTMALAR

FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
IOC	İnorganik Karbon
IPCC	Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli
OC	Organik Karbon
OM	Organik Madde
TOK	Toprak Organik Karbonu
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu

SİMGELER

°	Derece
%	Yüzde
C	Karbon
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
Cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
Ha	Hektar
HCl	Hidroklorik Asit
Km	Kilometre
Km ²	Kilometrekare
L	Litre
M	Metre
ml	Mililitre
mS	Milisiemens

ÖZET

KENTSEL PEYZAJLARDAKİ BİTKİ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİNİN EKOSİSTEM HİZMETLERİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ: DÜZCE KENT ÖRNEĞİ

Gamze AKDOĞAN CİNAL

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Engin EROĞLU

Temmuz 2023, 55 sayfa

Kentler nüfusun, yapılaşmanın, sanayinin ve tüm bunlarla beraber gelişen tüketim hızının en fazla olduğu alanlardır. Kentleşme ve sanayileşme toplumun yaşam kalitesini ve olanakları artırırken aynı zamanda birçok olumsuz etkiyi de beraberinde getirmektedir. Bu etkilerden en önemlilerinden biri ve son yılların en büyük sorunu olan iklim değişikliğidir. İklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının yaklaşık %70'inden kentlerimiz sorumludur. Bununla yanında, kentsel yeşil alt yapı, kentin karbon yükünün azaltılmasında önemli bir role sahiptir. Ancak kentsel alanlardaki karbon tutumu ve depolama potansiyeli doğal alanlara kıyasla çok az olması sebebiyle göz ardı edilmektedir. Özellikle karasal ekosistemlerdeki karbonun dörtte üçünü ihtiva eden toprak organik karbonunun kentsel alanlardaki oranı önemsenmemektedir. Toprak organik karbon (TOK) stoklarının bölgesel ve lokal analizi arazi kullanım planlaması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında son 30 yıldır kentleşmeye devam eden Düzce kenti için toprak organik karbon miktarını belirlenerek TOK haritaları oluşturulacaktır. Bu kapsamda rastgele belirlenen örneklem noktalarından 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır ve laboratuvar analizlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Düzce kenti TOK Haritası oluşturulmuştur. Elde edilen haritanın, küresel iklim değişikliğini azaltma kapsamında planlama ve tasarım aşamalarında, yeşil alt yapı sistemini destekleyen çözüm önerilerinin sunulmasında ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasında bir altlık olması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karbon Stoku, Toprak Organik Karbonu, Ekosistem Düzenleme Hizmetleri.

ABSTRACT

EXAMINATION OF PLANT GROWING ENVIRONMENT FEATURES IN URBAN LANDSCAPE IN TERMS OF ECOSYSTEM SERVICES: THE CASE OF DUZCE CITY

Gamze AKDOĞAN CİNAL
Düzce University
Graduate School, Department of Landscape Thesis
Master's Thesis
Supervisor: Doç. Dr. Engin EROĞLU
July,2023, 55 pages

Cities are the areas where the population, construction, industry and the rate of consumption that develops along with all these are the highest. While urbanization and industrialization increase the quality of life and opportunities of the society, they also bring many negative effects. One of the most important of these effects and the biggest problem of recent years is climate change. Our cities are responsible for approximately 70% of greenhouse gas emissions that cause climate change. In addition, urban green infrastructure has an important role in reducing the carbon burden of the city. However, the carbon sequestration and storage potential in urban areas is neglected as they are very low compared to natural areas. In particular, the ratio of soil organic carbon, which contains three-quarters of the carbon in terrestrial ecosystems, in urban areas is not considered. Regional and local analysis of soil organic carbon (TOC) stocks is very important for land use planning. Within the scope of this study, TOC maps will be created by determining the amount of soil organic carbon for the city of Düzce, which has been urbanizing for the last 30 years. In this context, soil samples were taken from 0-30 cm depth from randomly determined sampling points and subjected to laboratory analysis. As a result of the data obtained, Duzce city TOK Map was created. It is aimed that the obtained map will be a base in the planning and design stages within the scope of mitigating global climate change, in the presentation of solution proposals that support the green infrastructure system and in reducing the negative effects on the ecosystem.

Keywords: Carbon stock, Soil Organic Carbon, Ecosystem Regulation Services

1. GİRİŞ

18. yy. Sanayi Devrimi ile birlikte kentleşme, ham madde tüketimi ve nüfus artışı hızlı bir yükselişe geçmiştir. İnsanoğlunun doğaya olan baskısı ve doğal kaynak tahribi de bu dönemde başlamıştır (Çelik Turan, A. 2017). Sanayi devriminden bu zamana kadar devam eden üretim, tüketim, sanayi ve taşıtlarda kullanılan yakıtlar atmosferdeki CO₂ miktarını arttırmıştır. Karbondioksitin (CO₂) yanı sıra diğer sera gazlarından olan metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve ozon (O₃) da artış göstermiştir (Türkeş, M., Sümer, U.M., & Çetiner, G., 2000). Bu dengenin bozulmasında en büyük etken olduğu Hükûmetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporlarıyla kanıtlanmış ve küresel anlamda iklim değişikliği, 21. yüzyılın en büyük sorunu haline gelmiştir. İklim değişikliği, insan faaliyetleri ve doğal faktörlerin etkisiyle atmosferde bulunan mevcut gaz miktarlarının değişmesi ve var olan düzenin bozulması sonucundaki uzun süreli iklim değişimlerinin yaşandığı durumdur. IPCC 2021 raporlarına göre son kırk yılın her biri bir önceki yıla oranla daha sıcaktır. 1850-1900'den 2010-2019'a kadarki küresel yüzey sıcaklığı (küresel ısınma) 0.8° C ila 1.3° C aralığında artmıştır.



Şekil 1. Sera gazı etkisi (<https://tua.gov.tr/tr/blog/dunya/iklim-degisikligi>)

Kentler, insanlar için her zaman birincil yaşam alanları olmuştur. Sanayi devrimiyle birlikte kentlere duyulan ilgi daha çok artmış ve atmaya da devam etmektedir (Bekiryazıcı, F. ,2015). Demirci'ye göre 2050'ye kadar dünya nüfusunun %64' ten daha fazlasının şehirlerde yaşayacağı beklenmekte yani kent nüfusu 1.3 milyon civarında artacağı düşünülmektedir (Seto vd., 2014: 929). Bu artış devam ederken kentlerin sahip olduğu olanak ve kolay ulaşılabilirlik açısından toplumun yaşam kalitesinin de arttığını görmekteyiz. Ancak artan nüfus ve talepler olumsuz etkileri beraberinde getirmektedir. İnsanların artan gıda ve enerji talepleri, sanayi, konut alanları ve ulaşım ağı için doğanın tahrip edilmesi, ormansızlaşma, doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması ve beraberinde gelen insan kaynaklı arazi değişikliği gibi etkenler olumsuz etkilerin başında yer almaktadır. Kentlerde görülen arazi değişikliği mevcut dengeyi alt üst eder ve var olan ekosistemleri bütünüyle bozar (Churkina vd., 2015).

Kentler nüfus yoğunluğunun, betonlaşmanın, fosil yakıt kullanımının, orman tahribatının yoğunlaştığı yerler olması nedeniyle karbon salınımının en yüksek olduğu alanlardır (Tuğluer, M. Oğuz H. 2022). Karbon salınımı, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi evrensel sorunları etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu kapsamda kentler ve kentleşme, iklim değişikliği sürecini etkileyen başlıca faktörlerdendir. Kentlerimizin, dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık %75'inden ve iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının yaklaşık %70'inden sorumlu olduğu belirlenmiştir (Tuğaç, Ç., 2019). Bu olumsuzluklar deniz seviyesinin yükselmesine, sel, kuraklık, aşırı yağış gibi afetlere, biyolojik çeşitlilikte azalmaya, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmuştur (IPCC, 2012, 2013, 2018, 2021b; Türkeş, 2021). İklim değişikliği küresel bir sorun olup etkilerinin azaltılmasında ve adaptasyon sürecinde ekosistem hizmetleri önemli bir rol oynamaktadır. (Edmondson vd., 2012).

Ekosistemlerde bulunan her bir bileşenin farklı işlevleri vardır ve bu işlevler insanlara doğrudan ya da dolaylı olarak bir dizi fayda sağlamaktadır. Bu hizmet ve faydaların tümü ekosistem hizmetleri olarak adlandırılır (Costanza vd., 1997). Milenyum Ekosistem Hizmetleri Değerlendirme (MEA) raporuna göre ekosistem hizmetleri tedarik, düzenleyici, destekleyici ve kültürel hizmetler olmak üzere 4 ana başlıkta toplanmaktadır. Ekosistem düzenleme hizmetleri; ekosistemlerin depolama, yakalama ve mobilize etme gibi süreçlerinden doğrudan fayda sağlayan servislerdir (Tülek, B.

2017). Ekosistem düzenleme servisleri farklı kaynaklarda farklı başlıklar altında gruplandırılmakla birlikte, The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) ekosistem düzenleme servislerini 7 kategoride ele almıştır (TEEB, 2011).

Tablo 1. Ekosistem Hizmetleri Sınıflandırması (TEEB, 2011)

Ekosistem Düzenleme Hizmetleri	İklim Düzenleme (Karbon tutma ve depolama)
	Mikro iklim ve hava kalitesini düzenleme
	Doğal afet önleme
	Atık su arıtma
	Erozyonun önlenmesi ve toprak verimliliğinin korunması
	Tozlaşma
	Biyolojik kontrol

Ekosistemler, iklimi etkileyen birçok atmosferik durum ve hava kalitesi için kaynak ve havuz görevi üstlenerek tüm süreçleri düzenlemektedir. Ayrıca ekosistemler fiziksel özellikleri ile yağış ve sıcaklık açısından iklimi kontrol edebilmektedir (Tülek, B., 2017).

Ekosistem düzenleme hizmetlerinde biyolojik çeşitliliğin önemi oldukça fazladır. Bu nedenle bozulmuş veya tahrip edilmiş ekosistemlerin onarılması, restore edilmesi, tür çeşitliliğinin korunması, sulak alanların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, su kaynaklarının korunması ve su kalitesinin artırılması gibi tüm iyileştirme faaliyetleri bu hizmetin bir parçasıdır (Tülek, B. 2017).

Düzenleme hizmetlerinin bir diğer parçası da doğal risklerin azaltılması ve oluşabilecek zararların minimum düzeye indirilmesidir. Seller ve yangınlar doğal döngünün bir parçasıdır ve önemli faydalar sağlamaktadır. Eğer yerleşim alanlarını içeren bir alanda meydana geliyorsa doğal afet olarak adlandırılmaktadır. Toprak yapısı, bitki örtüsü ve sulak alanlar bu doğal risklerin azaltılmasında etkili olmaktadır (Tülek, B. 2017).

Toprak, toprak verimliliğinin korunması ve sürdürülmesi yoluyla bitki ve tarımsal üretim için bir ortam sağlamaktadır (Sülü,F. 2020). Bunun yanında zehirli maddeler

ve kirleticiler için bir filtre, su döngüsü için bir düzenleyicisi ve önemli bir karbon deposu olması nedeniyle iklim değişikliğinin potansiyel hafifleticisi olmak gibi birçok ekosistem servisleri sağlar (Brussaard, 1997). Toprak tarafından iklim; karbon depolanması ve karbon tutumu olmak üzere iki farklı şekilde düzenlenmektedir (Bello vd., 2010).

Ekosistemde bulunan belli miktardaki karbonun atmosfer, karasal, sucul ve canlılar arasındaki sirkülasyonu karbon döngüsü olarak adlandırılmaktadır (Öztekin Kara, C. 2022).



Şekil 2. Karbon döngüsü (<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/elementlerin-dogadaki-donusumu>)

Karbon en fazla atmosfer, kara ve su ekosistemlerinde depolanır. Atmosferde bulunan karbonun kara ve sucul ekosistemler tarafından biriktirilip depolanması ve atmosferdeki karbondioksit gibi sera gazlarının azalması karbon depolama olarak adlandırılmaktadır. Karbon tutumu ise atmosferdeki karbondioksitin uzun süre depolanması olarak adlandırılmaktadır (Nowak ve vd, 2011). Kara ve su ekosistemleri, dünya üzerindeki karbonun depolanmasında ve tutulmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Depoladıkları karbon sayesinde iklim değişikliğine katkı bulunmaktadırlar

(Atak ve Tonyaloğlu, 2019). Ekosistemler içerisinde bulunan karbon, alan kullanımlarına göre farklılık göstermektedir (Suzuki ve vd., 2010). Ormanlarda toprakta %63, biyoktlede %28, l örtüde %9 oranında karbon depolanırken, kentte yeşil alanlarda %73, ağaç ve alılarda %21 oranında karbon depolanmaktadır (Görcelioğlu, 1999).

Topraklar, kara ekosisteminin en büyük karbon deposu olma görevini üstlenmektedir. Karbon, büyük oranda toprak bünyesinde organik ve inorganik yapıda bulunmaktadır (Yılmaz, M., & Dengiz, O. 2021). Toprak organik karbonu (TOK), toprağın verimliliğin bir göstergesi, biyosferin sürdürülebilirliğinde önemli bir faktör olarak kabul edilebilir (Evliyaoğlu, G. ,2020). TOK, doğal veya insan etkisiyle meydana gelen arazi tahribatının azaltılması, sürdürülebilir arazi kullanımı ve iklim değişikliği ile mücadele süreçleri için önemli ve etkili bir faktördür (EM, 2018). Toprak organik karbonu, toprağın ilk 0-30 cm' sinde depolanır ve yüzeyden uzaklaştıka miktarı azalmaya başlar (Canedoli vd., 2020). TOK, hümik maddeler ve kararsız toprak organik maddesinden oluşur. Hümik maddeler, çok yıllık kullanımdan sonra değişmeyen ve alana özgü olan kararlı yapıdaki maddelerdir. Kararsız toprak organik maddesi ise; bitkive faunanın farklı derecelerde parçalanmasından ve bunun sonucunda ortaya çıkan ürünlerden (karbonhidratlar, polisakkaritler, proteinler, organik asitler, aminoasitler, balmumları, yağ asitleri ve diğer spesifik olmayan bileşikler) oluşan hümik olmayan organik maddelerdir (Evliyaoğlu, G. ,2019).

Toprak organik karbonu birçok çevresel faktörün etkisiyle değişiklik göstermektedir. Uygun şartlar sağlandığında toprak organik karbonu uzun yıllar boyunca depolanabilir. Ancak arazi örtüsü veya arazi kullanımındaki değişiklikler, tarımsal faaliyetler, iklim koşulları, erozyon ve ormancılık çalışmaları gibi etkenler, toprak karbon stoklarında düşüşlere neden olmaktadır. Arazi değişimleri hızlı bir şekilde toprak organik karbon miktarını azaltırken, aynı topraktaki organik karbon miktarını en st seviyeye çıkarmak yüz yıllık zamana dilimine karşılık gelmektedir (Yılmaz, M., & Dengiz, O. 2021).

Toprak organik karbonu azalmasının başlıca sebepleri:

1. Arazi kullanımı ve yönetimine bağlı arazi değişiklikleri
2. Orman ve otlak alanların tahrip edilmesi

3. Aşırı sulama
4. Toprağı çıplak bırakma (ÇEM, 2018).

Arazi kullanımındaki değişiklikler aynı zamanda toprak organik maddesi ve toplam toprak organik karbon stokundaki değişikliklerdir (Evliyaoğlu, G. ,2019).

Toprak organik karbonu ilk 0-30 cm' de depolanır ve küresel karbon döngüsünü doğrudan etkiler ve dengede kalması için anahtar rol oynar (Smitt vd., 2003). Bu nedenle, TOK havuzlarında meydana gelen değişiklikler, atmosferdeki CO2 konsantrasyonunda değişikliklere neden olarak iklim değişikliğini doğrudan etkileyebilir (Poeplau ve Don, 2013). TOK kaybı yanı zamanda toprağın bozulması anlamına gelir ve toprak sağlığını ve gıda üretimini olumsuz yönde etkilerken iklim değişikliğine de yol açmaktadır. Hava sıcaklığındaki aşırı yükselmelerin, toprağın yapısının bozulmasına ve toprak organik maddesinde kayba yol açması muhtemeldir. Ayrıca yağışların azaldığı alanlarda fotosentezle üretilen organik madde miktarında azalma olacağı için de toprağa organik madde girişi azalacaktır (ÇEM, 2018).

Toprak organik karbon kaybının doğrudan ya da dolaylı olarak ortaya çıkardığı başlıca sonuçları:

1. İklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın artması
2. Biyolojik çeşitliliğinin azalması
3. Toprak ekolojisini olumsuz etkilenmesi
4. Toprak kalitesinin düşmesi
5. Besin zincirinin bozulması (ÇEM, 2018).

Arazi örtülerinin yapıları ve kullanımları farklı olduğu için karbon depolama kapasiteleri değişiklik gösterebilir (Churkina vd., 2015). TOK açısından en zengin potansiyele sahip arazi örtüsünün sırasıyla ormanlar, doğal çayırlar, sulak alanlar ve su yüzeyleri, tarım alanları olduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir (Sousa vd., 2012). Kentsel alanlar TOK havuzları açısından en fakir alanlar olarak belirtilmektedir (ÇEM, 2018). Ancak kentsel alanlardaki TOK hesaplanmalarına yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. İklim değişikliği Eylem planında yer alan ana amaçlardan biri olan kentsel alanlarda depolanan karbon miktarı genellikle göz ardı edilmektedir. Bununla birlikte büyük ve afet riski fazla olan kentlerin, iklim değişikliği ele alınarak

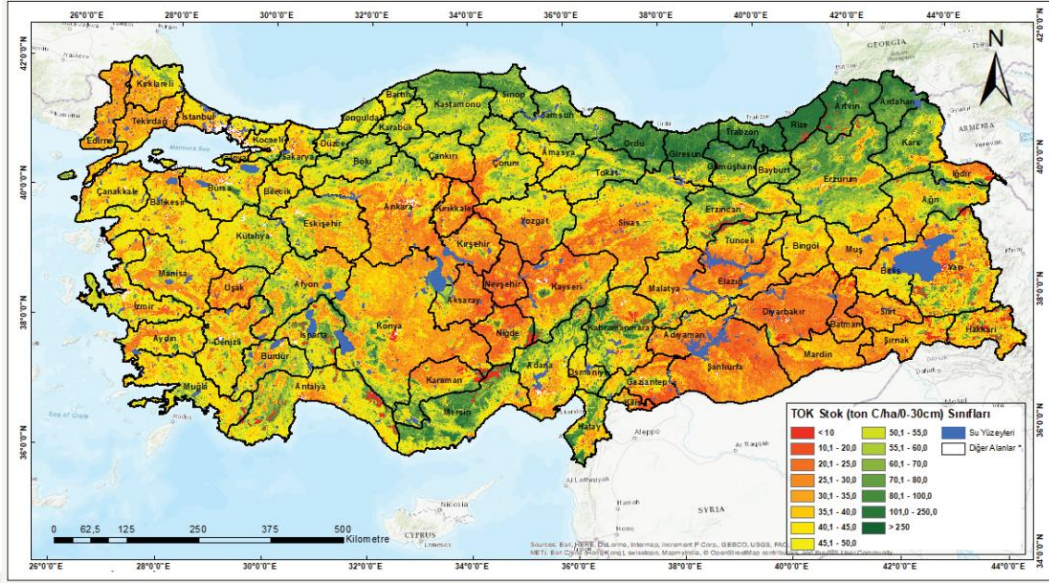
planlanması ve ekosistem düzenleme hizmetlerinin sağlanmasına ilişkin hedefler son derece önem arz etmektedir.

Türkiye için 30 cm'lik toprak derinliğinde toplam karbon miktarı 3.51 milyar ton olarak belirlenmiştir. Toprak organik karbonun depolandığı alanlara bakıldığında %38.33'lük bir pay ile orman alanlar ilk sırada yer almaktadır. Bu yüzdeyi %33.39 ile mera ve %26.94 ile tarım alanları izlemektedir. Sulak alanlar ve su yüzeyleri ile birlikte yapay ve çıplak alanlardaki TOK miktarı ise Türkiye'nin toplam TOK miktarının sadece %1.36'lık bir payını oluşturmaktadır.

ÇEM 2018 verilerine göre Türkiye için arazi kullanım sınıflarına göre birim alandaki ortalama karbon miktarları;

- Orman Alanları için 55.68 ton C ha⁻¹,
- Mera Alanları için 49.77 ton C ha⁻¹,
- Sulak Alanlar ve Su Yüzeyleri için 49.71 ton C ha⁻¹,
- Tarım Alanları için 35.96 ton C ha⁻¹,
- Yapay Alanlar için 16.12 ton C ha⁻¹
- Çıplak Alanlar için 12.78 ton C ha⁻¹ olarak tahmin edilmiştir

Havza ölçeğinde en yüksek birim TOK miktarı "Doğu Karadeniz Havzasında" (100.68 ton C ha⁻¹), en düşük birim TOK miktarı ise "Meriç Ergene" (34.03 ton C ha⁻¹) havzasında belirlenmiştir (ÇEM, 2018).



Şekil 3. Türkiye Toprak Organik Karbonu (TOK) Stok Haritası (ÇEM, 2018).

Toprak organik karbon stoklarını etkileyen pek çok faktörün değişkenlik göstermesi nedeniyle stok tahmini yapmak zordur (Weindorf ve Zhu, 2010). Türkiye’de bu konu ile ilgili veri yetersizliği nedeniyle günümüze kadar sınırlı sayıda çalışma yapıldığından son dönemlerde karbon stoklarının belirlenmesine büyük bir önem verilmektedir. Ayrıca dünya literatürüne bakıldığında kentsel TOK’un haritalanması ve TOK stoklarına ilişkin çalışmalar oldukça yoğunken Türkiye için bu çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda İklim değişikliği Eylem planının temel amacı olan yerleşim alanlarında tutulan karbon miktarının tespit edilmesi göz ardı edilmektedir. Oysaki ulusal ölçekte TOK stoklarının düşük, yeterli veya yüksek gibi kategorilerde arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ve haritalanması ulusal arazi kullanım politikalarının geliştirilmesi için son derece önemlidir (ÇEM, 2018).

1.1.ÇALIŞMANIN AMACI

Karbon tutumu, atmosferdeki karbondioksitin yakalanması ve depolanmasıdır (Nowak ve Ark, 2011). Karasal ekosistemler karbon tutma özelliği açısından oldukça önemlidir. Ormanlar ve kent içerisindeki yeşil alanlar, karbonun büyük bir kısmını toprakta depolamaktadır (Görcelioğlu, 1999; Turan 2017). Toprakta depolanan organik karbon miktarı kentleşmeye ve sanayileşmeye bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Pouyat et al., 2003). Yeşil alanlar bünyesinde karbonu depolayarak

küresel iklim değışikliği etkilerini azaltmada önemli bir rol oynayabilir (Şimşek, Z. vd. 2010). Bu çalışmanın amacı 1994 yılından beri kentleşmeye devam eden Düzce kent merkezinde, daha önce kentsel ekosistemlerde ele alınmamış olan Toprak Organik Karbonunu hesaplamak ve TOK haritaları oluşturulmasıdır. Bu bağlamda, iklim değışikliğinin, toplum ve ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla iklim düzenleme hizmetlerinin güçlendirilmesine ve yeşil alt yapı sistemini destekleyen TOK tabanlı çözüm önerileri sunulacaktır.

1.2.HİPOTEZLER

Hipotez 1: Toprakta depolanan organik karbon miktarı, kentleşme ve endüstrileşmenin yoğun olduğu alanlardan uzaklaştıkça artış eğilimi sergilemektedir.

Hipotez 2: Kurak iklimlerin hüküm sürdüğü bölgelere kıyasla Karadeniz iklimin hâkim olduğu ılıman bölgelerde toprak organik karbon miktarı yüksektir.

Hipotez 3: Kentlerdeki toprak organik karbon miktarının hesaplanması ve iklim değışikliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, tarım arazileri, ormanlık alanlar, diğer açık yeşil alanlar, endüstriyel bölgeler, yerleşim alanları ve yollar gibi farklı alan kullanımlarından elde edilen verilerin toplanmasıyla birlikte ortaya konulabilir.

1.3.KAYNAK ÖZETİ

Kentsel alanlarda toprak organik karbonu konu alan çalışmalara ilişkin yapılan literatür taramasının sonuçlarına dayanarak, aşağıda bazı çalışmalar özetlenmiştir:

Yılmaz M. Ve Dengiz O. (2021), Bu çalışmada Samsun ilinin Vezirköprü ilçesinin 111 km² 'lik kısmını kapsayan alanda arazi örtüsü ile toprak özelliklerinin TOK stoklarını nasıl etkilediğini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda TOK stok miktarının yüzeyde alt toprağa göre daha fazla olduğu ve aynı şekilde ormanlık alanlarda tarım arazilerine göre TOK stok miktarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda arazi örtüsü ve toprak özelliklerinin TOK stok miktarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Kesgin Atak B. Ve Ersoy Tonyaloğlu E. (2019), Bu alışma ile son yıllarda yoğun kentleşme sürecinde olan Aydın kenti için, 1990-2017 yılları arasında karbon depolama potansiyelinde ne gibi farklılıklar olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Bunun için Myeong vd. (2006)'nin geliştirdiği NDVI verilerinden yararlanan bir yöntem tercih edilmiştir. Sonuç olarak, Aydın ili ve ilçelerinde, 1990 ve 2017 yılları arasında tarım alanları ve doğal/yarı doğal alanlarda artan bitkilerin kentleşmeye göre karbon depolama miktarını daha fazla etkilediği görülmüştür.

Sl, F. (2020), tarafından yapılan çalışmada, Trakya bölgesinde Karadeniz'e kıyısı olan ormanlık havzalarda seçmiş olduğu örnekleme noktalarında toprak organik karbonu ve toprak üstü bitki özellikleri arasındaki ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

ztekin Kara C. (2022), yapmış olduğu çalışmada Rize Ziraat Botanik Parkı'nda örnek alınan taksonların toprak alanlarda depoladıkları karbonun belirlenmesini ve tahribatsız karbon depolama miktarlarının tespitini amaçlamıştır. Çalışma sonucunda toprak üstü ve altı karbon depolama miktarına bakıldığında Cedrus deodora (Roxb.) G. Don, Picea orientalis (L.) Peterm, Magnolia grandiflora L., Olea europaea L.'da karbon miktarının fazla olduğu belirtilmiştir.

Canedoli (2020), İtalya'daki park dışı kentsel yeşil alanlar için st topraktaki TOK stoğunu tahmin etmeye odaklanmıştır. Çalışmanın sonucunda TOK miktarının kentsel arazi örtüsü türleri için önemli ölçüde farklılık göstermediğini fakat Şehir parkları, orman, otlak için karşılaştırılabilir TOK stok değerlerine sahip olduğunu belirlemiştir.

Tülek B. (2017), Çankırı Ilgaz Bölgesi için peyzaj yapısı ve karakterleri açısından bölgeye ve insanlara sayladığı faydalar belirlenmiş ve haritalanmıştır. Havza leğinde ele alınan peyzaj alanları dört ayrı peyzaj karakter alanı olarak tanımlanmıştır.

Tuğaç . (2019), Bu çalışmada iklim değişikliğine dirençli ve sürdürülebilir kentler oluşturma işiğinde kent metabolizması kavramının nasıl kullanılacağı ve hayata geçirilmesi için nasıl prensiplerin belirlenmesi gerektiği uluslararası örneklerle irdelenmiştir.

Tuğluer, M. ve Oğuz H. (2022), Açık-yeşil alanlar, iklim değişikliğinin azaltılmasına katkı sağlayan karbonun azaltılmasında etkili olan önemli karbon yutakları sahiptir.

Bu çalışmada da kentsel-açık yeşil alanların karbon yutağı yeteneğiyle sera gazı salınımının azaltılmasında ne gibi etkileri olduğu irdelenmiş bu alanların artırılmasına yönelik öneriler getirilmiştir.

Demirci, M. (2015), Bu çalışma yönetim teorisiyle yerel yönetimlerin iklim değişikliği yönetimindeki rolleri ile ilgili gelişmeleri irdelemektedir. Dünyada her geçen gün yerel yönetimlerin küresel iklim yönetişiminin temel yapı taşından biri haline geldiği belirtilmektedir. Bu sebeple sonuç olarak kentsel yönetişim kapasitesinin nasıl geliştirileceği evrensel olarak yerel politika gündemine girmiş bulunmaktadır.

Bekiryazıcı, F. (2015), Bu çalışmada kentsel yeşil alan olan Trabzon Meydan Parkı'nın ekosistem hizmetleri yönünden irdelenmesinden ve kentsel alanların ne gibi faydalar sağladığından bahsedilmiştir. Photoshop ve autocad gibi programlardan yararlanılarak Trabzon Meydan Parkı'nda ekosistem hizmetlerinin arttırılmasına yönelik bir öneri tasarım modeli oluşturulmuş ve bunun kente ne gibi faydaları olacağı ile ilgili öneriler sunulmuştur.

Çelik Turan, A. (2017), Bu tez çalışmasında İstanbul Silivri İlçesi'nin CBS ortamında 2017 yılındaki karbon yutak alanlarının arazi kullanımlarına göre haritalaması yapılmıştır. Arazi sınıflarının hektara düşen karbon miktarları belirlenmiştir. Çalışma alanının toplam karbon tutum değeri "InVEST" programının xxi "Carbon Storage" modülünde hesaplanmıştır. Kentsel yeşil alanların karbon tutumu hesaplanarak planlama hedefleri sayısallaştırılmıştır. Kentsel yeşil alanların karbon tutumu ve karbon depolanmasındaki önemi göz önüne alınarak Silivri İlçesi için bir model önerilmiştir.

Brown vd. (2012), Kentleşme, betonlaşma, arazi değişimleri sonucu bozulan toprak ve yönetimsel sorunlar toprak karbon (C) kaybına sebep olabilir. Bu araştırmaya göre kentsel toprakların yüksek oranda karbon yutağı görevi görebileceğini tartışmıştır. Bununla yanında kentsel alanların toprağın kalitesini arttırabilecek büyük miktarlarda organik kalıntı üretebileceği belirtilmiştir.

Evliyaoğlu,G(2019), Çalışmasında Eskişehir ilinin toprak organik karbon(TOK) miktarının alan kullanımlarıyla ve toprak derinliğiyle nasıl değiştiğini; diğer toprak

özellikleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu incelemektedir. Bunun yanı sıra SEEOK fraksiyonunun detaylı olarak incelenmesi adına farklı alan kullanımlarında optimum ekstraksiyon yöntemini belirlemeye çalışmıştır.

Aumtong, S., Chotamonsak C., Pongwongkam P. ve Cantiya K. (2023), Bu çalışmada çeltik topraklarındaki uzun süreli kimyasal gübrelemenin toprak organik karbonu üzerindeki etki incelenmiştir. 0-30 cm derinlikteki toprağı 4 katman halinde ele alarak analiz yapılmıştır. 0-5 cm ve 10-15 cm tabakalarında toprağın asitliği ile ilgili değişiklikler olduğu görülmüştür. Fe-P konsantrasyonlarının 0-5 cm toprak derinliğinde daha yüksek olduğunu görülmüştür. Sonuç olarak kimyasal gübrelemeden dolayı tarım politikaları TOK miktarını etkileyebilir.

Poeplau, C., vd. (2011), Bu çalışmada, toprak kullanım değişikliklerinin toprak organik karbon miktarını zaman içinde nasıl etkilediğini ve bu etkilerin modelleme yaklaşımlarıyla nasıl analiz edilebileceğini irdelemektedir.

Rodrigues, Cristina & Brito, Luís & Nunes, Leonel. (2023), bu makalede toprağın karbon tutma kapasitesini etkileyen temel değişkenleri özetlemekte ve iklim değişikliğini azaltmada toprağın önemini vurgulamaktadır. Toprağın en büyük karasal karbon deposu olması kapsamında toprağın görevlerini ve karbon tutumundaki önemini belgelenmiş bir şekilde sunmaktadır.

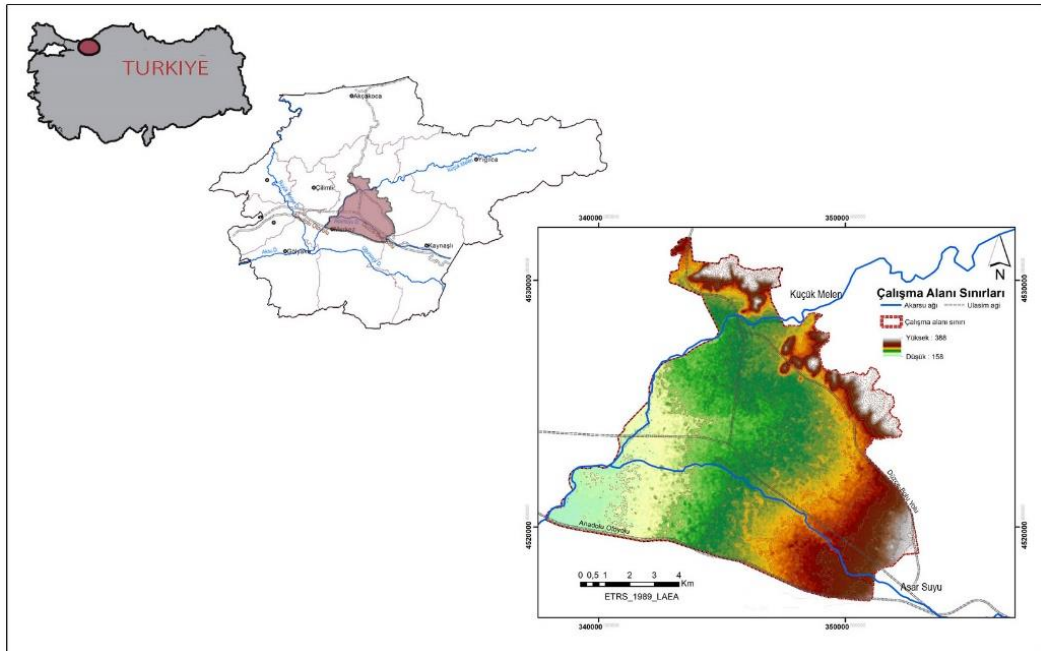
Minasny, B.,vd. (2017), Bu makale, dünyadaki 20 bölgeden (Yeni Zelanda, Şili, Güney Afrika, Avustralya, Tanzanya, Endonezya, Kenya, Nijerya, Hindistan, Çin Tayvan, Güney Kore, Çin Anakara) toprak organik karbon tutma potansiyellerini inceledi. Sonuçlar, toprakta karbon tutulması için bölgeye özgü önerileri vurgulamış ve toprak organik karbonunu artırmanın iklim değişikliğiyle mücadeleye ve toprak karbonu artırma stratejilerine ışık tutmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışmanın ana materyali olan Düzce ili $40^{\circ}50'19.3848''$ K enlem ile $31^{\circ}9'45.3924''$ E boylam arasında yer alır. Batıdan Sakarya, güney ve güney doğudan Bolu, kuzeydoğudan Zonguldak illeri ile sınırdadır. Şehrin içinden geçen D-100 Karayolu ve otoyol Ankara ve İstanbul'u birbirine bağlayan bir köprü görevi görür ve bu sebeple Düzce önemli bir geçiş noktası konumundadır (Düzce Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017). İl toplam 259.300 Ha'lık bir alanı kaplamaktadır. Düzce ilinin toplam yüzölçümü 2.593 km^2 iken çalışma alanı sadece 110 km^2 lik alanı kapsamaktadır. İlin arazi örtüsü %39'u tarım arazisi, %47'si ormanlık ve fundalık, %3'ü çayır ve mera, %10 tarım dışı alan olarak kullanılmaktadır (Düzce Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2013). Düzce ilinin Merkez, Akçakoca, Gölyaka, Yığılca, Çilimli, Gümüşova, Kaynaşlı ve Cumayeri olmak üzere sekiz ilçesi mevcuttur Çalışma ise yapılaşmanın ve sanayinin yoğun olduğu Merkez ilçesinde yapılmıştır. Çalışma alanını batı ve kuzeyde Küçük Melen, güneyde Anadolu otoyolu, doğuda ise Kaynaşlı ilçesi çevrelemektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışma Alanı

Düzce ilinde bulunan dağlar derin ovalarla bölünmüştür. Güneyde Elmacık Dağı, doğuda Bolu dağları ovayı çevrelenmektedir (Kaya, 2022). İl merkezinin bulunduğu Düzce Ovası, Düzce arazisinin %14'ünü oluşturmaktadır. Çalışma alanı çevresinde yer alan dağ sıraları ve platolardan oluşan yüksek rölyef özellikleri çalışma alanının genel yapısını etkilemektedir. Ayrıca Kuzey Anadolu Fay (KAF) Zonu bölge jeomorfolojisinin oluşumunda temel yönlendiricilerden biridir. Çalışma alanının neredeyse %80 'nini kapsayan Düzce Ovası kuvaterner yaşlı genç çökellerden oluşur (Duman vd., 2005). Dağlarla çevrili bir çöküntü olması sebebiyle ilin önemli bir hava kirliliği sorunu mevcuttur (Şenik, 2019).

Düzce ovasında akarsu çevreleri dışında kalan alan topoğrafik açıdan geniş ve az eğimli bir karaktere sahiptir. Yükseklik farkı 230 m ve en düşük rakım 158m, en yüksek rakım ise 388 m'dir. Çalışma alanında ortalama eğim 0-2 ve 0-6 yoğunluktadır (Eroğlu vd., 2022). Çalışma alanı içerisindeki Küçük Melen Çayı ve Asarsuyu Deresi kentin etrafında doğal bir sınır oluşturmaktadır. Fakat son yıllarda kentleşmenin artması nedeniyle bu akarsular sınır etkisini kaybetmiştir (IRAP, 2021).

Ovanın orta kısımları I. Yetenek sınıfında bulunan alüviyal toprak, kenar kısımlar ise kolüvyal toprak ile kaplıdır. Devlet Su İşleri tarafından bölgede yapılan çalışmalar sonucu Düzce Ovasının yoğun olarak kullanılabilir 1. Sınıf tarım arazisi olduğu belirtilmiştir (Düzce Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2013).

Düzce ilinde topoğrafik yapısı nedeniyle ılıman ve nemli bir karadeniz iklimi hakimdir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) yıllık sıcaklık ortalaması 13,0 C°, yıllık ortalama toplam yağış 823,7 kg/m² ve ortalama nispi nem %75'dir (MGM, 2023). Denize kıyısı olması, ormanların ve akarsuların fazla olması kış mevsimindeki yağışların artmasına sebep olmaktadır. Türkiye yağış ortalamasına bakıldığında Düzce ili ortalamasının üstündedir (Şenik,2019).

DUZCE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1959 - 2022)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	3.7	5.2	7.6	12.2	16.5	20.3	22.4	22.3	18.6	14.1	9.4	5.7	13.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	8.2	10.5	13.6	19.0	23.4	27.1	29.1	29.2	26.0	20.8	15.7	10.3	19.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0.5	1.4	3.4	7.2	11.2	14.8	16.9	17.0	13.4	9.8	5.3	2.5	8.6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	1.9	2.9	3.8	5.3	6.8	8.0	8.6	8.2	6.6	4.4	2.9	1.8	5.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15.30	13.42	13.69	12.19	11.64	9.83	6.22	6.03	7.69	10.84	11.66	15.33	133.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	91.3	70.4	73.9	59.3	62.8	70.5	45.1	51.4	52.3	79.1	76.5	100.9	833.5
Ölçüm Periyodu (1959 - 2022)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	26.1	26.9	32.2	34.7	39.5	39.0	42.4	42.0	38.7	38.2	30.2	29.2	42.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-20.5	-17.3	-13.6	-3.0	0.4	6.6	8.8	7.6	4.5	-1.2	-6.8	-16.5	-20.5
<i>En yüksek ve en düşük sıcaklıkların gerçekleşme tarihini görmek için fare imlecini değerlerin üstüne getiriniz.</i>													
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı				Günlük En Hızlı Rüzgar				En Yüksek Kar					
14.07.1965 118.0 mm				26.01.2022 45.8 m/sn				02.01.1983 80 cm					

Şekil 5. Düzce İli Meteorolojik Verileri (1959-2021 Ortalama Değerleri)
(Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022)

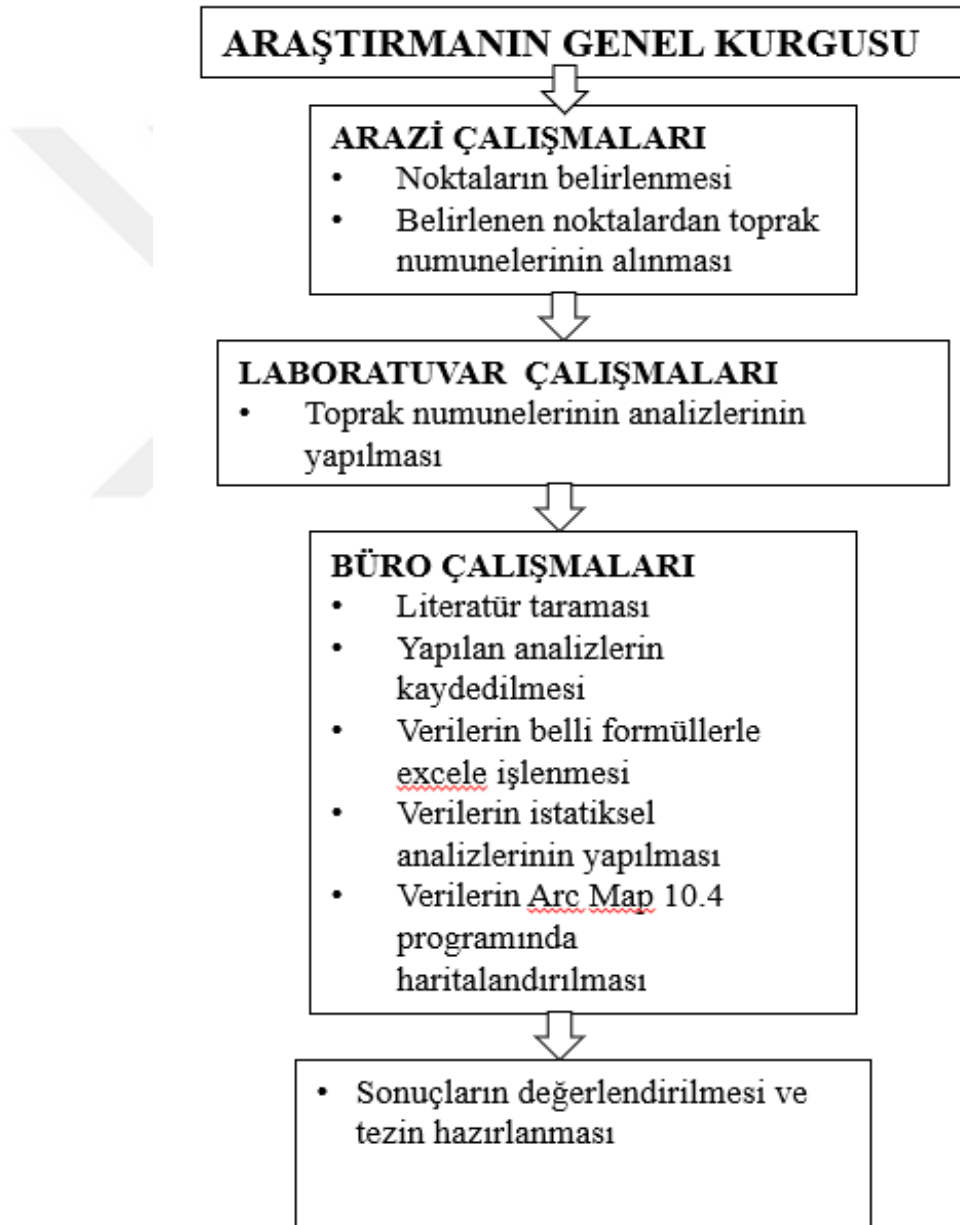
Düzce'nin eskiden bataklık olması ve genelde geçirgen toprakların varlığı taban suyu seviyesinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle önemli bir yeraltı su rezervine sahiptir (Şenik,2019). Küçük Melen, Asar Suyu, Uğur Suyu, Aksu Deresi Büyük Melen çayı başlıca akarsulardır. Efteni Gölü, Kuru Göl, Topuk Yaylası Göleti, Islak Göl, Karagöl, Yayla Gölü, Salık Göl ve Sülüklü Göl Düzce'deki mevcut göllerdir (Düzce İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu). Özellikle Efteni Gölü düzce için önemli bir su depolama merkezidir (Kaya, 2022).

Tarım, ormancılık ve bu sektörler doğrultusunda gelişen sanayi ilin sektörel yapısını oluşturmaktadır. Bunun yanında kenti tarihi yapısı ve doğal dokusu turizm sektörünü de ön plan çıkarmaktadır. Düzce toplam alanının %48,20'sini orman, %28,90'ını tarım arazileri oluşturmaktadır. Düzce sektörel açıdan 1956 yılından bu zamana kadar artan orman ürünleri sanayisi ve tarıma bağlı sanayi tesisleri önemli bir yere sahiptir. Ancak bu gelişmeyi 1. Derece deprem bölgesi olması, tarım arazileri üzerine kentin kurulmuş olması, önemli bir turizm potansiyeli taşıması etkilemektedir.

2020 yılı TÜİK verilerine göre 395.679 kişilik nüfusa sahip olan Düzce, nüfus yoğunluğu bakımından kilometre kare başına 154 kişi düşmekte ve bu rakam ile 15. sırada yer almaktadır. Merkez ilçede yer alan nüfusunun %73' ü çalışma alanı içerisinde yaşamaktadır. Bu durum çalışma alanı içerisindeki kentleşme ve arazi dönüşümünü hızlandırmaktadır (IRAP, 2021). Karayolları Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Düzce ilinde, 112 km devlet yolu 64 km il yolu 53 km otoyolu olmak

üzere toplam 229 km uzunluğunda bir karayolu ağı mevcuttur. Çalışma alanından Anadolu otoyolu, Düzce-Bolu yolu ve D- 100 kara yolu geçmektedir. Kentin banliyösü olan kalıcı konut bölgeleri, başlangıçta kentle bütünleşememiş ve kent gelişiminin merkezde devam etmesine yol açmıştır. Ancak artan göçler ile birlikte 2015 sonrası kent merkezi kalıcı konutlar arasında yer alan bağlantı yolunda kentleşme artmıştır (Kaya, 2019).

2.1.2. Araştırmanın Genel Kurgusu



Şekil 6. Araştırmanın Genel Kurgusu

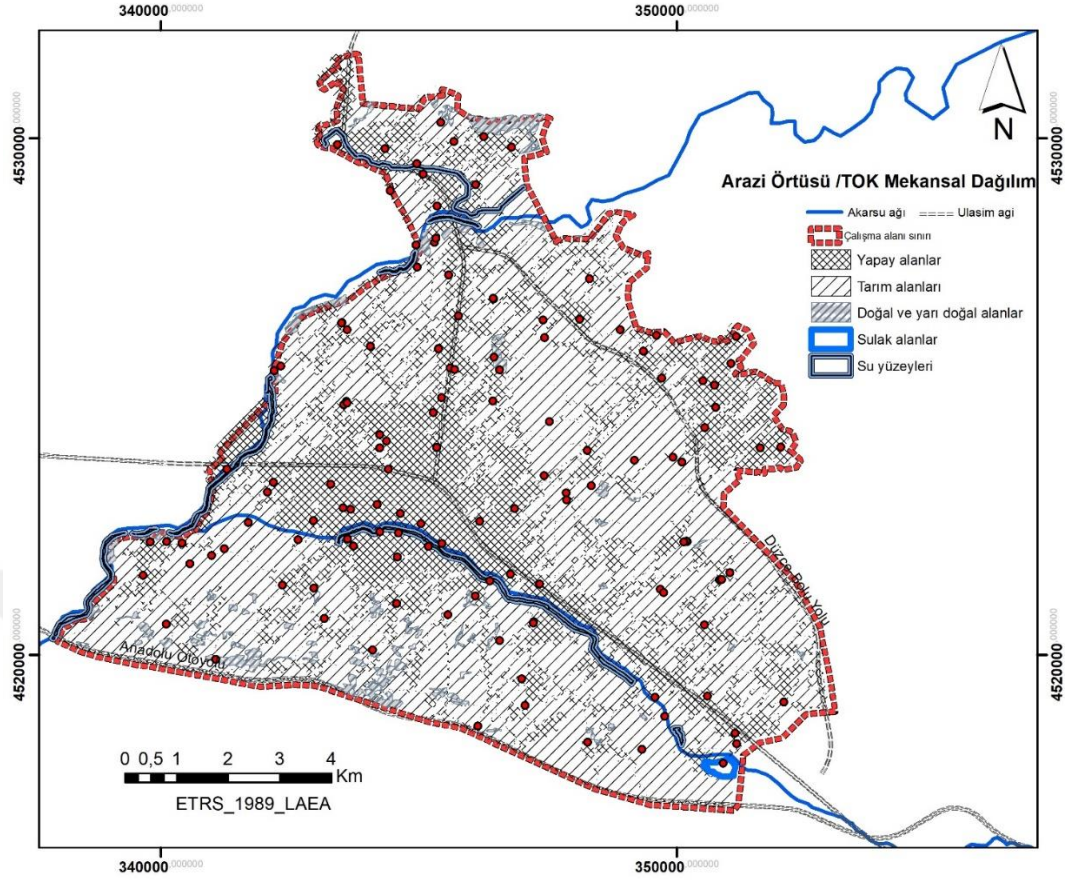
2.2. YÖNTEM

2.2.1.Yersel Ölçümler

Farklı yetiştirme ortamlarındaki bitkilerin, farklı ekosistemlerle karşılaştırılabilmesi, sonuçların hangi yetiştirme ortamları için geçerli olacağını ortaya konması için yetiştirme ortamının en önemli değişkenlerinden biri olan toprak verisi incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında Düzce Merkezi için toprak organik karbonu belirlenecektir. Rastgele seçilen 134 nokta (Şekil 8) için bitki türleri açısından önemli bir derinlik olan 0-30 cm'den toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 7. 0-30 Cm Derinlikte Açılan Profil



Şekil 8. Çalışma Alanı Noktaları ve Arazi Kullanım Dağılımı

Şekil 8'e göre çalışma alanında kenti oluşturan yapay alanların ve tarım alanlarının yoğunlukta olduğu görmekteyiz. Düzce'de kentin ova üzerinde yer alması sebebiyle yapay alanların tarım alanlarıyla iç içe geçtiği karışık bir yapı görülmektedir. Noktaların dağılımına bakıldığında en fazla noktanın sürekli ve süreksiz şehir yapısında daha sonra ise karışık tarımda yoğunlaştığı görülmektedir. En az noktanın olduğu alan kullanımlarına bakıldığında ise 2 nokta ile maden sahası ve tek nokta ile inşaat sahası kullanımları yer almaktadır. Ulaşım ağı, endüstriyel ve ticari birimler ve ormanların olduğu alanlarda da noktalar 5 ile 10 nokta arasında değişmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Noktaların Arazi Kullanımlarına Dağılımı

ARAZİ KULLANIMI	ALT ARAZİ ÖRTÜSÜ	NOKTA SAYISI	TOPLAM NOKTA SAYISI
Yapay Alanlar	Sürekli Şehir Yapısı	27	84
	Süreksiz/Kesikli Şehir Yapısı	26	
	Endüstriyel ve Ticari Birimler	4	
	Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar	9	
	Maden Sahası	2	
	İnşaat Sahası	1	
	Şehir İçi	15	
Tarım Alanları	Sürekli Sulanan Alan (Mısırlık)	1	30
	Meyve Bahçesi	5	
	Mera	4	
	Karışık Tarım	20	
Doğal ve Yarı Doğal Alanlar	Geniş Yapraklı Orman	3	15
	İğne Yapraklı Orman	2	
	Karışık Orman	2	
	Doğal Çayırılık	1	
	Bitki Değişim Alanları	2	
	Kentsel Boşluk	5	
Su Yüzeyleri	Su Yolları ve Su Yüzeyleri	5	5
Sulak Alanlar	---		
TOPLAM NOKTA SAYISI: 134			

2.2.1.1. Toplanan örneklerin Laboratuvar Analizleri

Hazırlanan toprak numunelerinde iskelet miktarı, toprak tanecik bileşimi (tekstür), toprak reaksiyonu (pH), elektrik iletkenliği (EC), toplam kireç miktarı, organik madde (OM) içeriği, organik ve inorganik karbon (OC ve IOC) içeriği analizleri yapılmıştır.

Toprak, çapları 30–40 cm byklge kadar değişebilen kaya, taş, çakıl, kum gibi farklı boyutlardaki parçacıklar oluşmaktadır. Bu parçacıklardan 2 mm çapından büyük olanları toprak iskeleti, 2 mm çapından küçük olanları ise esas toprak kısmını oluşturur (Karaöz, M. ., 1989).

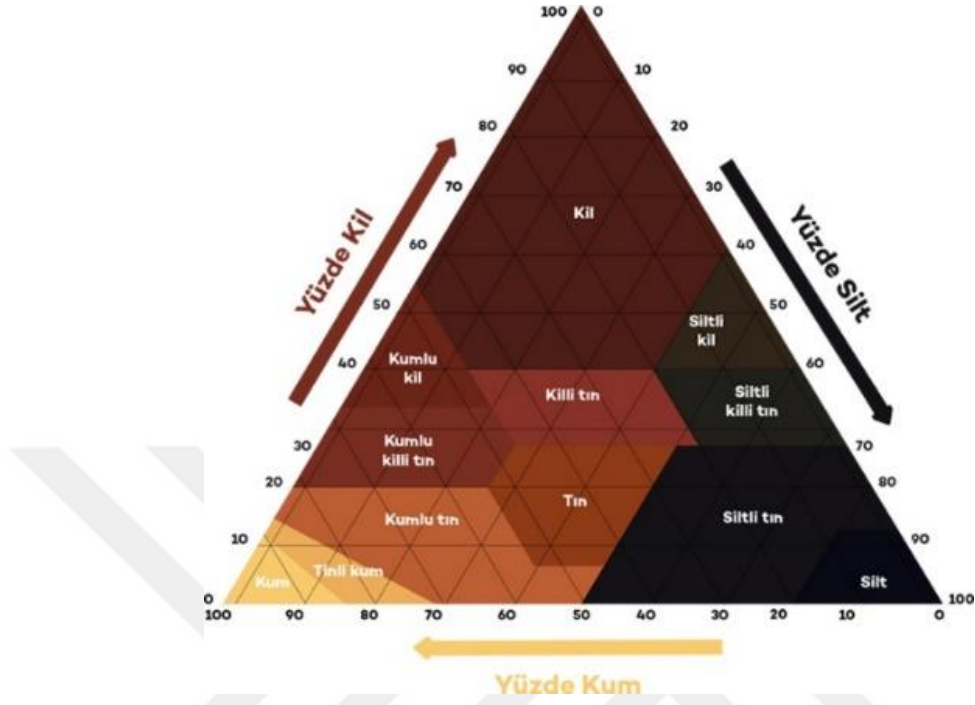
Yapılan arazi çalışmaları kapsamında her örneklem alandan rastgele belirlenen 5 noktadan ilk 30 cm derinlikten toprak rneği alınmıştır. Numaralandırılarak alınan tüm toprak numuneleri Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ekoloji Laboratuvarına getirildikten sonra buldukları haznelerde yaklaşık iki üç hafta kadar oda sıcaklığında kurularak hava kurusu haline getirilmiştir. Hava kurusu haline gelen her bir toprak numunesi hassas tartıda tartılıp ağırlığı tespit edilmiştir. Daha sonra toprak numunelerinin kaya, taş ve akıldan arınmış saf toprağa dönüşmesi için porselen havanlarda dövüldükten 2 mm eleklerle elenmiştir (şekil 8). Elenen toprak ve elekten geçmeyen 2 mm'den büyük taşlı kısım ayrı ayrı hassas tartıda tekrar tartılmıştır ve kaydedilmiştir. Kaydedilen ağırlık üzerinden her bir numuneye ait iskelet miktarı % oranlarla hesaplanmıştır.



şekil 9. İskelet Oranı Bulmak İçin Numunelerin Dövülmesi, Tartılması ve Elenmesi İşlemi

Toprak tekstürü birim toprak kütlesi içerisindeki kum, silt ve kil miktarlarının oransal durumunu simgelemektedir. Bu bağlamda topraklar kabaca kumlu, tınlı ve killi olmak üzere üç tekstür sınıfa ayrılırlar. Toprak tekstürü toprağın en değişmez fiziksel özelliklerinden birisidir. Toprakların tanecik bileşimi (tekstür), Bouyoucos hidrometre

yöntemi ve örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak belirlenmiştir (Sargıncı, M., vd.2021).



Şekil 10. Uluslararası Tekstür Üçgeni

Bu bağlamda toprak tekstür analizi için 250 ml'lik erlenler için 40 gr toprak numunesi tartılmıştır. Toprakların üzerine eklemek için 50gr Sodyum hexametafosfat 1 lt saf su karıştırılarak calgon çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözelti 25 ml olarak 40 gr toprak bulunan her bir erlene dökülmüş ve erlenler 250 ml'ye kadar saf su eklenmiştir(Şekil 10). Cam bagetlerle karıştırılarak birkaç saat beklemeye alınmıştır. Beklemeden sonra erlenlerdeki karışım 5 dakika boyunca mikserde karıştırıldıktan sonra kap içerisindeki süspansiyon, sedimantasyon silindirine kapta hiç toprak zerresi kalmayacak şekilde pisetle su püskürtülerek aktarılmıştır. 1000 ml çizgisine kadar saf su ilave edilir (Şekil 10). 1 dakika boyunca el karıştırıcısı ile aşağı yukarı şeklinde karıştırıldıktan sonra hidrometre, silindire yavaşça daldırılıp 40. Saniyede değer okunur ve ilk okuma yazılır aynı anda sıcaklık ölçülüp kaydedilir (Şekil 4). Hidrometre ve dijital termometre saf su ile yıkanıp kurulanır. İlk karıştırma anından itibaren iki saat bekledikten sonra hidrometre aynı şekilde tekrar süspansiyona daldırılarak ikinci okuma yapılmış ve süspansiyon sıcaklığı da tekrar ölçülerek kaydedilir.



Şekil 11. Tekstür Analizi İçin Numune Tartımı ve Calgon İlavesi



Şekil 12. Tekstür Analizi Hazırlık Aşaması

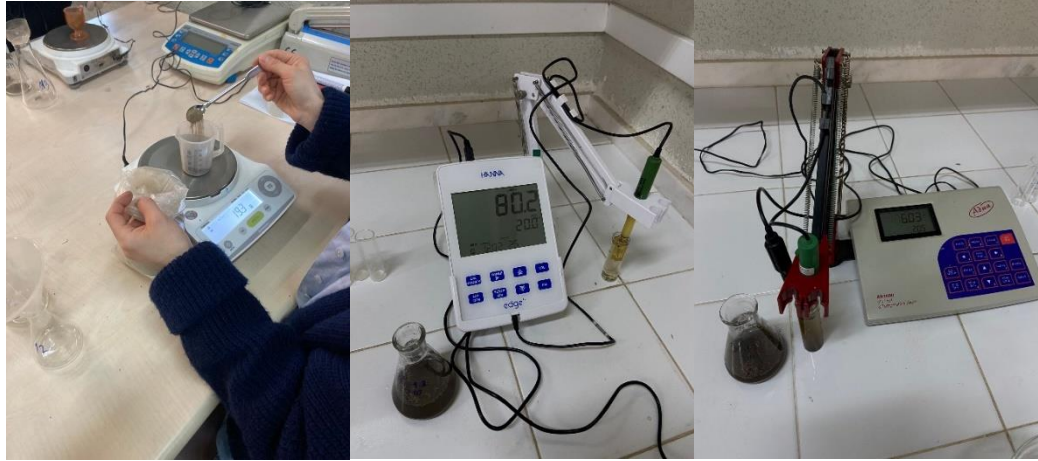


Şekil 13. Tekstür Analizinin Yapılması

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektrik iletkenliği (EC) değerini belirlemek için hava kuru toprak örnekleri (< 2 mm) saf su karışımı ile pH metre ve EC metre kullanılarak çözelti asitliği ve EC değeri olarak belirlenecektir. Toprak pH'sı, toprak reaksiyonu ya da toprak asitliği, toprak çözeltisindeki hidrojen iyonu miktarını belirlemek için kullanılan bir terimdir (Kantarıcı 1987, Çepel 1988). 100ml'lik erlenlerin içine 20 gr toprak numunesi tartılır. Üzerine 25 ml saf su eklenir ve karıştırılır. Erlenlerin ağzı kapatılarak 24 saat beklemeye alınır. Bekletildikten sonra pH -metre ile ölçüm yapılır. Benzer bir işlem de EC değerini bulmak için yapılır. 150ml'lik erlenlere 20 gr toprak numunesi tartılır ve üzerine 50ml saf su eklenir. Karıştırdıktan sonra üzeri kapatılır ve 24 saat beklemeye alınır. Beklemeden sonra EC ölçer ile ölçüm yapılır ve değerler kaydedilir.



Şekil 14. Ph-EC İçin 24 Saat Bekletilecek Karışım



Şekil 15. Ph-EC İçin Tartım Ve Ölçüm Aşamaları

Toprakta karbonat miktarının belirlenmesi denince genel olarak kireç (CaCO_3) miktarının saptanması anlaşılır. Bu yöntem, toprağı %10'luk HCl ile muamele ederek, toprakta bulunan CaCO_3 'ün HCl ile reaksiyona girmesi sonucunda açığa çıkan CO_2 gazı hacminin ölçülmesi prensibine dayanır (Irmak 1954, Gülçur 1974). Kireç analizi için toprak 0,5 mm çelik elek ile elendikten sonra 5 gr tartılır ve Scheibler kalsimetresiye uygun cam kavanozlara koyulur. Su seviyesi derecelendirilmiş boru sifıra gelecek şekilde ayarlanır. Kavanozun kapağı kapatılana kadar Scheibler kalsimetrede bulunan vana açık olmalıdır. Kavanoz tıpa ile kapatıldıktan sonra vana da kapatılır ve içine 10 ml HCl ilave edilir. Kalsimetredeki su miktarı sabitleninceye kadar çalkalandıktan

sonra borulardaki sıvı eşitlenir ve okuma yapılır. Her numune okuması yapılırken oda sıcaklığı ve barometrenin gösterdiği hava basıncı dikkate alınarak not edilir. Toprağın inorganik karbon (IOC) miktarı toplam kireç içerisindeki C miktarının hesaplanmasıyla elde edilmiştir ve IOC ve C miktarları toplanarak toplam C miktarları (TOPC) hesaplanmıştır.



Şekil 16. Scheibler Kalsimetresi



Şekil 17. Kireç Analizi İçin 5 Gr Hazırlanmış Toprak Numuneleri



Şekil 18. 10 MI HCL Asidi Alınımı Ve Uygulanması



Şekil 19. Kireç Analizinin Yapılması

Nem tayini araziden alınan toprak numunesinin tartıldıktan sonra etüvlerde kurularak suyunun uçurulması ve tekrar tartılıp nem içeriğinin toprağın kuru ağırlığına oranlanması esasına dayanır. Porselen krezelerin darası tespit edilir. Bu numune kabına en az 20 gr olacak şekilde toprak numunesi alınır ve tartılır. Daha sonra numune kabı kapağı açık bir şekilde 105°C'ye ayarlanmış etüve yerleştirilerek sabit ağırlığa gelinceye kadar numune kurutulur. Toprak örneğinin sabit ağırlığa ulaşması için en az 24 saat süre kurutulması gerekir. Kurutma süresinin sonunda numune kabının kapağı kapatılarak etüvden alınır ve desikatöre yerleştirilerek soğutulur. Yaklaşık yarım saat sonra soğuyan numune tekrar tartılır ve formül yardımı ile nem miktarı saptanır.



Şekil 20. 10ml ve 30ml Kroze



Şekil 21. Fırınlanmış Rutubet Numuneleri

Belirlenen örneklem alanlardan 0-30 cm derinlikten toprak örneklerinin organik madde içeriği ateşte kayıp yöntemine göre belirlenmiştir . Toprağın OC içeriği OM'nin %50'si olarak hesaplanmıştır. Yöntem fırın kuru toprak örneğinin 550 °C'de 4 saat süreyle yakılması esasına dayanır. Toprağın OM içeriği başlangıçtaki ağırlık ile yakma sonrası ağırlık arasındaki kütle farkının hesaplanmasıyla bulunacaktır. Bu işlem baz alınarak 10 ml'lik porselen krozelerin darası tespit edildikten sonra en az 10 gr olacak şekilde krozelerin için toprak numuneleri alınır ve tartılır. 550°C'ye 2 saatte ulaşılarak mühürlenmesi engellenmiş ve yine 550°C'de 4 saat boyunca kuru yakması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra desikatöre yerleştirilerek soğutulmaktadır. Soğuyan numune tekrar tartılır. Yanma işlemi öncesi ve sonrası kütle farkı tespit edilerek hesaplama yapılır.



Şekil 22. Tartılmış ve Fırınlanma Hazır Organik Madde Numuneleri

2.2.1.2. 2018 Yılı FAO Veri Tabanından Elde Edilen TOK Haritasının Değerlendirilmesi

Bu tez kapsamında 2018 yılında Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) tarafından 'Toprak Organik Karbonu' projesinde hazırlanan ve Food and Agriculture Organization of the United Nations' a (FAO) açık erişimli sunulan Toprak Organik Karbonu haritası kullanılmıştır. Türkiye'nin 0-30 cm toprak derinliğindeki toplam toprak organik karbon stok miktarı belirlenen haritaya göre %38.33 ile orman alanları başta yer almaktadır. Orman alanlarını %33.39 ile mera ve %26.94 ile tarım alanları izlemektedir. Sulak alanlar, su yüzeyleri ve yapay alanlardaki TOK stoklarına bakıldığında ise Türkiye'nin toplam TOK stokunun ancak %1.36'ün oluşturmaktadır (ÇEM, 2018). FAO veri tabanından elde edilen harita Arc Map 10.4 Programında yeniden sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılarak alana özgü karbon haritası elde edilmiştir. Elde edilen harita şehir atlası ile karşılaştırılarak, 3. düzey arazi örtüsü kategorilerine toprak organik karbonu değeri atanmıştır. Sonraki aşamada arazi örtüleri toprak organik karbon tutma değerleri kıyaslanmış ve öneriler geliştirilmiştir.

2.2.1.3. Yersel ölçümlerle Hazırlanan TOK Haritasının Değerlendirilmesi

Düzce il merkezinden rastgele seçilen 134 noktadan alınan toprak numunelerinin organik karbon miktarı, yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Elde edilen veriler Arc Map 10.4 Programında IDW yöntemi ile enterpole edilmiştir ve TOK mekânsal dağılım haritası elde edilmiştir.



3.BULGULAR

3.1. ÇALIŞMA ALANININ TOPRAK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

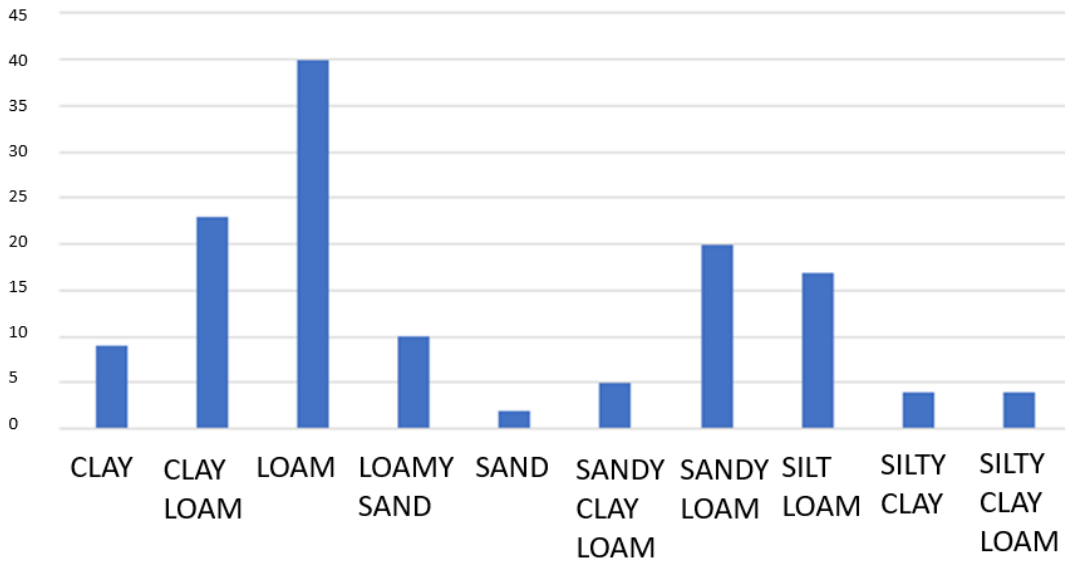
3.1.1. Toprak İskeleti

Alınan toprak örneklerinin analizi sonucunda alandaki iskelet miktarının neredeyse %65'inin %50'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 1.1.2 Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı ve 1.1.1 Sürekli Şehir Yapısı mevcut alanlarda çoğunlukla iskelet miktarının %50'nin altında olduğu görülmektedir. Tarım arazilerine bakıldığında iskelet miktarı %50'nin altında ve iskelet miktarı %50'nin üstünde olan örneklem alanların birbirine eşit olduğu görülmektedir. Su yollarına bakıldığında ise toprağın kumlu yapıda olması sebebiyle iskelet miktarı oldukça düşük çıkmıştır.

3.1.2. Toprak Tekstürü

Çalışma alanına ait toprak tanecik bileşimine (tekstür) göre toprak türü ağırlıklı olarak balçık (loam) olarak belirlenmiştir. Killi balçık (clay loam) ve kumlu balçık (sandy loam) da alanda ağırlıkta bulunan diğer toprak türleridir. Alanda en az bulunan toprak türünün kum (sand) ve siltli kil (silty clay) olduğu tespit edilmiştir (Grafik 1).

Çalışma Alanı Toprak Türleri Dağılımı



Şekil 23. Çalışma Alanı Toprak Türleri Dağılımı

Alandaki balçık toprak türünün yoğun olarak 1.1.2. kesikli/süreksiz kent yapısında bulunduğu ve şehir merkezinde killi balçık toprağın yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

3.1.3. Toprak Reaksiyonu (Ph) ve Elektrik İletkenliği (EC)

Alandaki toprağın asitlik veya bazlık derecesinin göstergesi olan pH değerleri belirlenmiştir. Belirlenen pH değerleri Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından hazırlanan değerlere (Tablo 3) göre sınıflandırılmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018).

Tablo 3. pH Değerlerine Göre Toprağın Reaksiyon Durumu

pH	Değerlendirme
<4.50	Kuvvetli Asit
4.50-5.50	Orta Asit
5.50-6.50	Hafif Asit
6.50-7.50	Nötr
7.50-8.50	Hafif Alkali
>8.50	Kuvvetli Alkali

Bu kapsamda sonuçlara bakıldığında alandaki toprağın yaklaşık %70'inin nötr bir yapıya sahip olduğu diğer alanların ise hafif asidik özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Asit toprak pH'sı 7'den küçük ($pH < 7$), alkali toprak pH'sı ise 7'den büyüktür ($pH > 7$) (Uçgun, K., Kelebek, C., Cansu, M., Altındal, M., & Yalçın, B., 2019). Buna göre veriler incelendiğinde alanın yaklaşık %80'inin asidik bir yapıda olduğu görülmektedir. Mera, maden ve inşaat sahalarının tamamında asidik bir toprak yapısı hakimdir. Alandaki asidik toprakların yayılışına bakıldığında ise 1.1.2. kesikli/süreksiz kent arazi örtüsünün ağırlıkta olduğu belirlenmiştir.

Toprağın tuzluluk miktarı ile ilgili bilgi veren elektrik iletkenliğine (EC) bakıldığında alanda tuzluluk stresine neden olacak bir değer ölçülmemiştir. Noktaların analiz sonucu EC değerleri 23,9 ile 291 ms arasında değişiklik göstermiştir. Özellikler kent merkezinde tuzluluk oranlarının arttığı ancak tarım alanlarında bariz bir tuzluluk oranının olmadığı görülmektedir.

3.1.4. Toprak Organik Madde Miktarı

Topraklar organik madde içeriklerine Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından hazırlanan tabloya (Tablo 4) göre değerlendirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018).

Tablo 4. Toprakların Organik Madde Değerlerine Göre Sınıfları

Organik Madde %	Değerlendirme
<1.0	Çok Az
1.0-2.0	Az
2.0-3.0	Orta
3.0-4.0	İyi
>4.0	Yüksek

Alandaki organik madde miktarına bakıldığında en düşük değer %0,58 ile mezarlık, en yüksek değer ise %16,54 ile konut bahçesi olduğu tespit edilmiştir. Alanın genelinde organik madde miktarı %5-12 arasında değişmektedir. Bu kapsamda çizelge 4'e göre alanın organik madde miktarı açısından yüksek olduğu görülmektedir. Organik madde miktarı 1.1.1 Sürekli şehir yapısında %3-7 ile iyi veya yüksek, 1.1.2 Kesikli/Süreksiz şehir yapısında ise %4-9 ile yüksek olarak değerlendirilebilir.

3.1.5. Toprak Kireç (CaCO₃) İçeriği

Toprak örneklerinin CaCO₃ içerikleri Scheibler kalsimetresinde analize tabi tutulup belirlenmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Kireç içeriği Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından hazırlanan tabloya (Tablo 5) göre değerlendirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018).

Tablo 5. Toprakların kireç içeriklerine göre sınıfları

Kireç İçeriği %	Değerlendirme
<1.0	Az Kireçli
1.0-5.0	Kireçli
5.0-15.0	Orta Kireçli
15.0-25.0	Fazla Kireçli
>25.0	Çok Fazla Kireçli

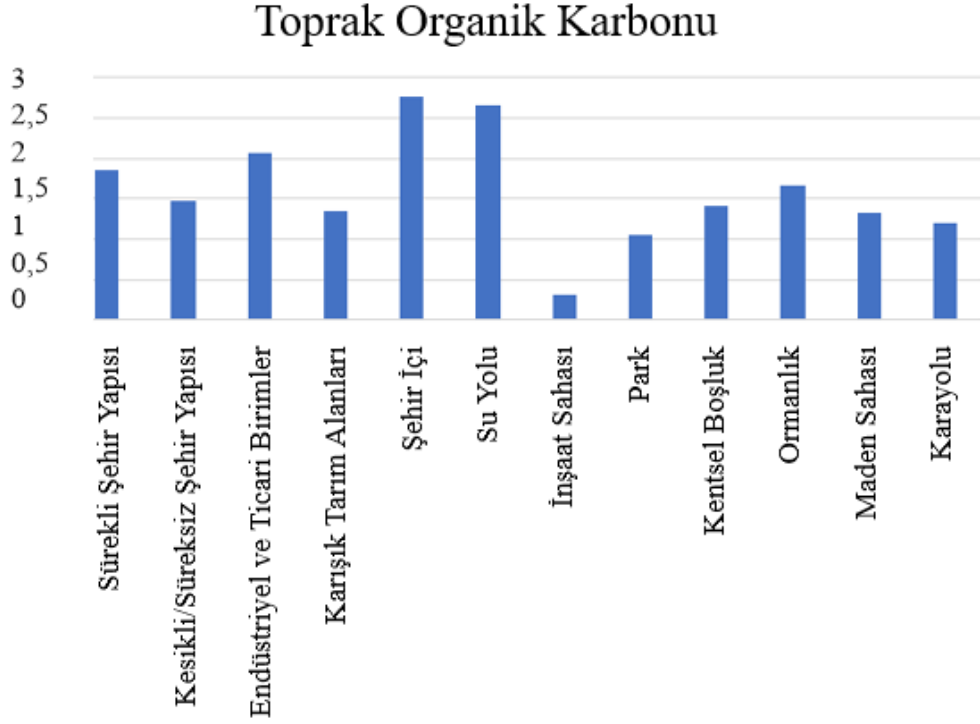
Bu kapsamda alanın neredeyse %80'i orta kireçli, yaklaşık %10'u fazla geriye kalanın ise çok fazla kireçli olduğu tespit edilmiştir.

3.1.6. Toprak Organik Karbonu ve Arazi Örtüsü İlişkisi

Araştırma alanında 134 noktadan alınan toprak numune örneklerinin organik karbon miktarı hesaplanması yönünde yapılan analizler doğrultusunda elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur. Çizelge 6 Urban Atlas arazi örtüsü sınıflarına göre tespit edilen TOK miktarı (%) değerlerini aktarmaktadır.

Tablo 6. Urban Atlas Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılımı (%)

Urban Atlas Arazi Örtüsü Sınıfı	TOK Yüzde (%)
Sürekli Şehir Yapısı	1,86
Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı	1,47
Endüstriyel ve Ticari Birimler	2,06
Karışık Tarım Alanları	1,35
Şehir İçi	2,76
Su Yolu	2,65
İnşaat Sahası	0,3
Park	1,04
Kentsel Boşluk	1,4
Ormanlık	1,67
Maden Sahası	1,33
Karayolu	1,2



Şekil 24. Urban Atlas Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılım Grafiği (%)

Tablo 6 ve Şekil 24'e göre TOK miktarı yüzdesinin şehir içinde en fazla olduğu görülmektedir. Su yolu ve Endüstriyel ve Ticari Birimler de bu sıralamayı takip eden iki arazi örtüsüdür.

3.2. TOPRAK ORGANİK KARBON MİKTARININ BELİRLENMESİ

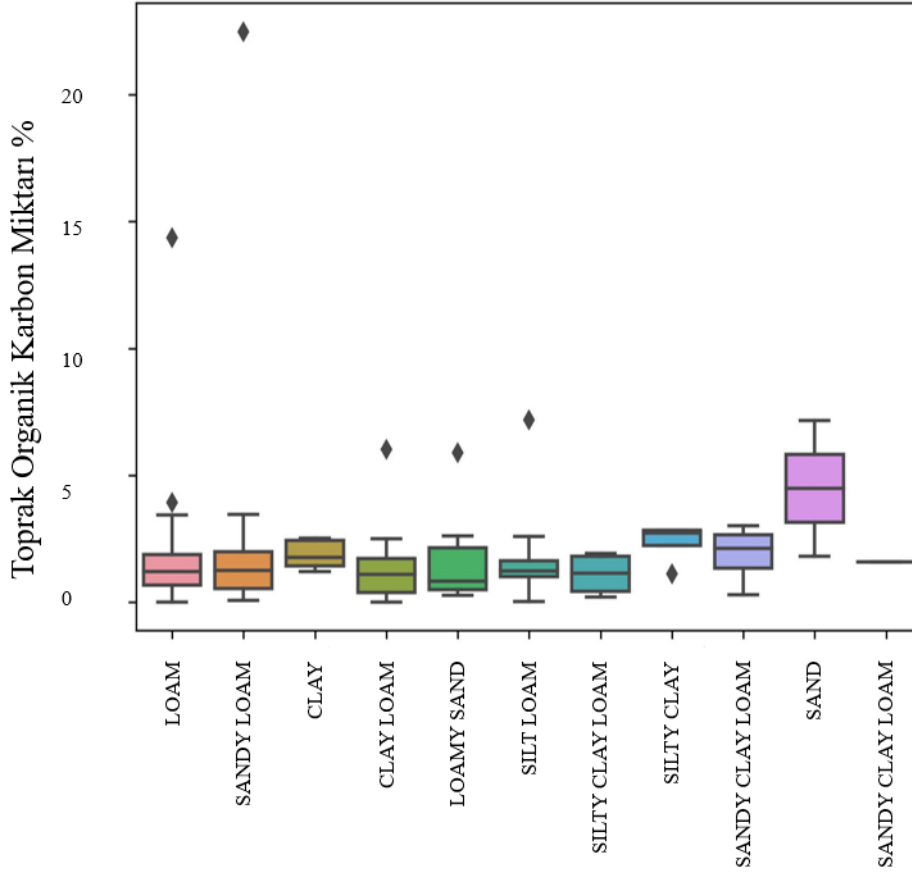
Araştırmamız kapsamında toprak türüne göre topraktaki organik karbon madde miktarının dağılımını ortaya koyduk. Topraktaki organik karbon madde miktarının yüzde olarak verildiği toprak organik karbon madde miktarı (%) değerleri ile toprağın türünü ifade eden toprak türü verilerine dayalı olarak box plot grafiği oluşturulmuştur. Veriler, Python programlama dilinde kullanılan matplotlib ve seaborn kütüphaneleri yardımıyla analiz edilmiştir.

İlk adımda, gerekli kütüphaneler yüklenmiştir. Matplotlib kütüphanesi, grafik çizdirme işlemlerinde kullanılan temel bir kütüphanedir. Seaborn kütüphanesi ise daha gelişmiş grafik çizdirme işlevleri sunarak veri görselleştirmeyi kolaylaştırmaktadır.

Daha sonra, veri seti pandas DataFrame kullanılarak oluşturulmuştur. Toprak organik karbon miktarı (%) ve toprak türü verileri, bu DataFrame'in sütunlarına atanmıştır.

Grafiği çizdirmek için, yeni bir figür oluşturulmuştur. Box plot, seaborn kütüphanesinde bulunan boxplot fonksiyonu kullanılarak çizdirilmiştir. Bu fonksiyona, x eksenini olarak toprak türü sütunu, y eksenini olarak ise toprak organik karbon madde miktarı (%) sütunu verilmiştir. Bu şekilde, her bir toprak türü için toprak organik karbon madde miktarı (%) değerlerinin dağılımı görselleştirilmiştir.

Bu yöntem sayesinde, toprak organik karbon miktarı (%) ve toprak türü verilerine dayalı olarak oluşturulan box plot grafiği elde edilmiştir (Şekil 25). Bu grafik, farklı toprak türlerinin organik madde miktarı dağılımlarını karşılaştırmaktadır.



Şekil 25. Toprak Türlerinin Organik Karbon Miktarına (%) Göre Dağılım Grafiği

Görselleştirilen box plot grafiği, toprak organik madde miktarı (%) değerlerinin toprak türü kategorilerine göre dağılımını göstermektedir. Grafiğin üzerindeki yatay orta çizgiler, her kategori için medyan değerini temsil etmektedir. Kutular, toprak organik

karbon madde miktarı (%) değerlerinin çeyrekliklerini gösterirken, alt sınırlar alt çeyreklik (25. persentil) değerini, üst sınırlar ise üst çeyreklik (75. persentil) değerini ifade etmektedir. Kutuların yüksekliği, toprak organik miktarı (%) değerlerinin toprak türüne göre yayılımını ve dağılımını gösterir. Daha geniş bir kutu, daha yüksek bir yayılımı temsil ederken, daha dar bir kutu daha az yayılımı ifade eder. Araştırma alanında SAND (kum) toprak türünün organik karbon maddece değişken değerler aldığı dağılımın geniş olduğunu görmekteyiz.

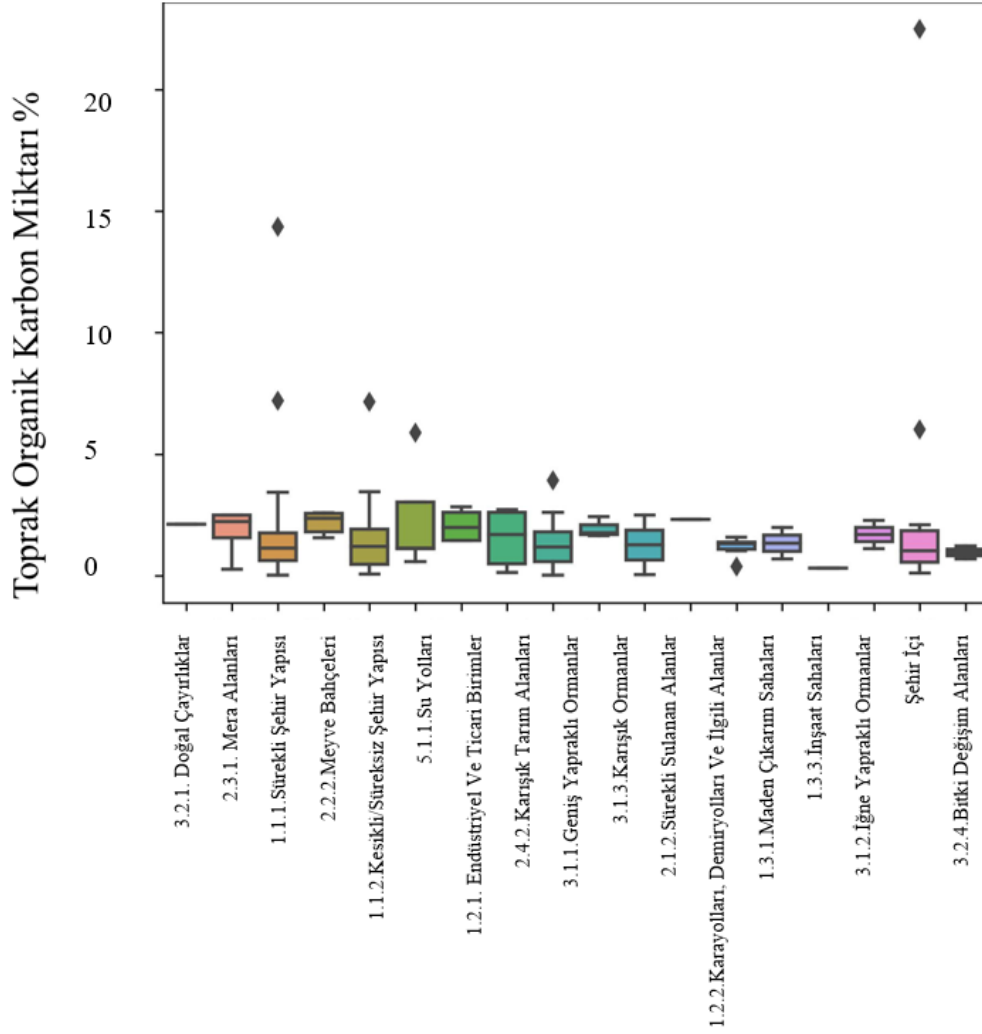
Bu sonuçlar kum topraklarının organik karbon içeriğinde büyük çeşitlilik olduğunu ve farklı bölgelerde organik karbon miktarının önemli ölçüde değişebileceğini göstermektedir.

Ekolojik olarak, organik madde miktarındaki değişkenlik, toprak ekosistemlerinin işlevselliği üzerinde etkili olabilir (Anuo vd. 2023). Topraklar karasal ekosistemlerdeki en büyük karbon havuzudur. Havuzdaki karbon miktarı arazi kullanımı ve yönetimine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı).

Kum topraklarının organik maddece değişken değerler aldığı gözlemlenmesi, ekosistemlerin çeşitliliği ve adaptasyon potansiyeli hakkında bilgi sağlayabilir. Farklı organik madde miktarlarına sahip olan kum topraklarının bitki büyümesi, su tutma kapasitesi ve besin döngüsü gibi faktörlerde değişikliklere neden olabilir (Ernst 2004). Bu da kum topraklarda yaşayan bitki ve hayvan türlerinin çeşitliliğini etkileyebilir ve ekosistemlerin işlevselliğini farklı şekillerde etkileyebilir.

Bununla beraber grafikte kutular etrafında bazı değerlerde ortaya çıkan noktalar aykırı değerleri ifade etmektedir. LOAM (balçık) toprakların bulunduğu alanlarda aykırı organik karbon miktarları ölçülmüştür.

Araştırma kapsamında, topraktaki organik karbon miktarının (%) URBAN ATLAS arazi sınıflarına göre dağılımını analiz ettik. Box plot grafiği (Şekil 2) üzerinden elde ettiğimiz sonuçlara göre, 1.1.2. kesikli/süreksiz şehir yapısı ve 1.2.1. endüstriyel ve ticari birimler arazi sınıflarında toprak organik karbon madde miktarının değer aralığı oldukça geniş bir şekilde dağıldığı görülmüştür. Ayrıca, şehir içi ve 1.1.1. sürekli şehir yapısı alanlarında ise yüksek oranda organik karbon miktarı tespit edilmiştir.

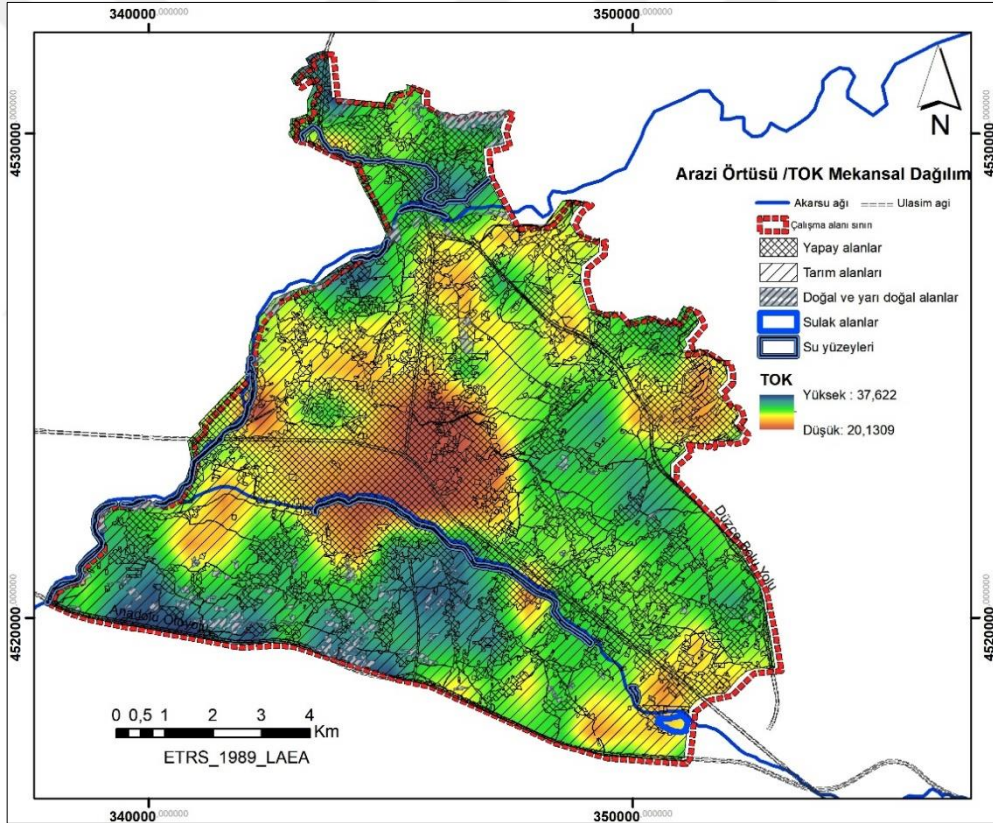


Şekil 26. Urban Atlas Arazi Sınıflarının Organik Karbon Miktarına (%) Göre Dağılım Grafiği

Bu bulgular, kesikli/süreksiz şehir yapısı ve endüstriyel/ticari birimlerin olduğu alanlarda toprak organik karbon miktarının değişkenlik gösterdiğini ve geniş bir aralığa sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, bu tür alanlarda farklı etkenlerin karbon birikimine veya kaybına yol açabileceğini düşündürebilir. Öte yandan, şehir içi ve sürekli şehir yapısı alanlarında aykırı değerler tespit edilmiştir. Yüksek organik karbon madde miktarı saptanması, bu alanlarda bitki örtüsünün ve organik madde birikiminin olumlu etkilerinin olduğunu düşündürebilir. Ancak, bu sonuçların daha detaylı analiz ve diğer faktörlerin göz önünde bulundurulmasıyla desteklenmesi önemlidir. Sonraki çalışmalarda diğer faktörlerinde araştırmaya dahil edilmesi önerilir.

3.3. 2018 YILI FAO VERİ TABANINDAN ELDE EDİLEN TOK HARİTASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Düzce ili için 2018 yılı FAO veri tabanından elde ettiğimiz verilere göre, toprak organik karbon dağılımına baktığımızda toprak organik karbon miktarının en düşük olduğu alanların yoğun kentleşmenin olduğu yapay alanlar olduğunu görmekteyiz. Doğal ve yarı doğal alanlar diğer arazi örtülerine kıyasla daha yüksek bir toprak organik karbon depolama potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte çalışma alanında tarım arazilerinin yoğun olması sebebiyle en yüksek TOK stokuna tarım alanlarında rastlanmıştır. Ayrıca 1. Düzey kategorisinde yer alan farklı 3. Düzey arazi örtülerinde toprak organik karbonunun değişiklik gösterdiği görülmektedir (Şekil 27).



Şekil 27. TOK stoklarının farklı arazi kullanımlarındaki dağılımı

TOK stoklarının mekânsal dağılım haritasına bakıldığında, kentsel alanların TOK stokları bakımından en fakir bölgeler olduğu görülmektedir. Aynı şekilde yapısal alanların fazla olduğu Kalıcı Konutlar Bölgesinde TOK stoklarının düşük olduğu görülmektedir. Kentsel alanlarda ve yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda TOK

stokları ortalama 25,1 ton C ha⁻¹ ile 30,7 ton C ha⁻¹ arasında değişmektedir. 3. Düzey arazi örtüsü kategorisinde TOK arazi örtüsü ilişkisi tablo verilmiştir.

Tablo 7. Arazi örtülerine göre TOK stoklarının dağılım değerleri

	Kod	Arazi Örtüsü Sınıfı	Alan (H)	Yüzde (%)	TOK (Min)	TOK (Max)	TOK (Ort)
1	11100	Sürekli kentsel doku (S.L. : > %80)	91,95	0,8	22,68	34,13	25,44
2	11210	Sürekli yoğun kentsel doku (S.L. : %50 - %80)	584,43	5,3	20,45	34,76	27,11
3	11220	Sürekli orta yoğunluklu kentsel doku (S.L. : %30 - %50)	404,30	3,7	21,14	35,56	27,88
4	11230	Sürekli orta yoğunluklu kentsel doku (S.L. : %10 - %30)	641,77	5,8	20,94	35,99	29,73
5	11240	Sürekli orta yoğunluklu kentsel doku (S.L. : < 10%)	720,82	6,6	20,91	35,84	30,53
6	11300	İzole yapılar	12,43	0,1	25,76	33,70	30,77
7	12100	Endüstriyel, ticari, kamu, askeri ve özel birimler	688,80	6,3	20,52	35,83	29,44
8	12210	Hızlı geçiş yolları ve ilgili arazi	79,43	0,7	28,21	37,35	31,23
9	12220	Diğer yollar ve ilgili arazi	622,78	5,7	21,16	35,66	28,59
10	13100	Maden çıkarma ve boşaltma alanları	129,20	1,2	24,34	35,49	29,16

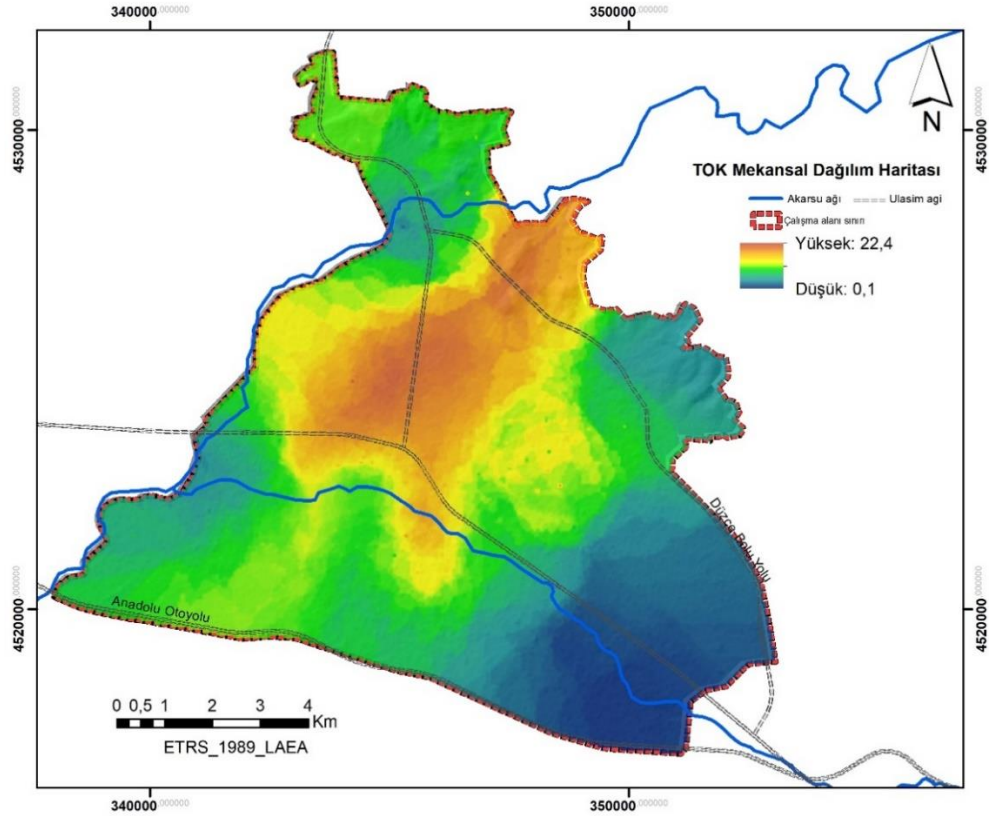
Tablo 7 (devamı). Arazi örtülerine göre TOK stoklarının dağılım değerleri

H: hektar, Min: Minimum, Max: Maksimum, Ort: Ortalama TOK stokları ton C ha-1cinsinden verilmiştir.

11	13300	İnşaat alanları	52,72	0,5	23,08	35,55	30,98
12	13400	Mevcut kullanımda olmayan arazi	90,28	0,8	23,65	34,61	29,08
13	14100	Kentsel yeşil alanlar	58,86	0,5	23,91	35,24	30,32
14	14200	Spor ve eğlence tesisleri	38,82	0,4	25,18	34,78	30,06
15	21000	Ekilebilir arazi (yıllık ürünler)	5176,57	47,2	20,28	37,34	30,61
16	22000	Kalıcı ürünler (bağlar, meyve ağaçları, zeytinlikler)	411,58	3,7	24,53	36,72	30,763
17	23000	Meralar	810,86	7,4	21,35	37,35	30,317
18	31000	Ormanlar	178,72	1,6	28,0	36,26	33,614
19	32000	Otsu bitki toplulukları (doğal otlak, bozkır...)	103,79	0,9	27,51	34,12	31,222
20	33000	Bitki örtüsünün az olduğu veya hiç olmadığı açık	3,61	0,03	27,84	30,52	29,265
21	40000	Sulak alanlar	14,17	0,1	26,72	28,17	27,496
22	50000	Su yüzeyleri	61,37	0,6	23,16	35,10	30,360

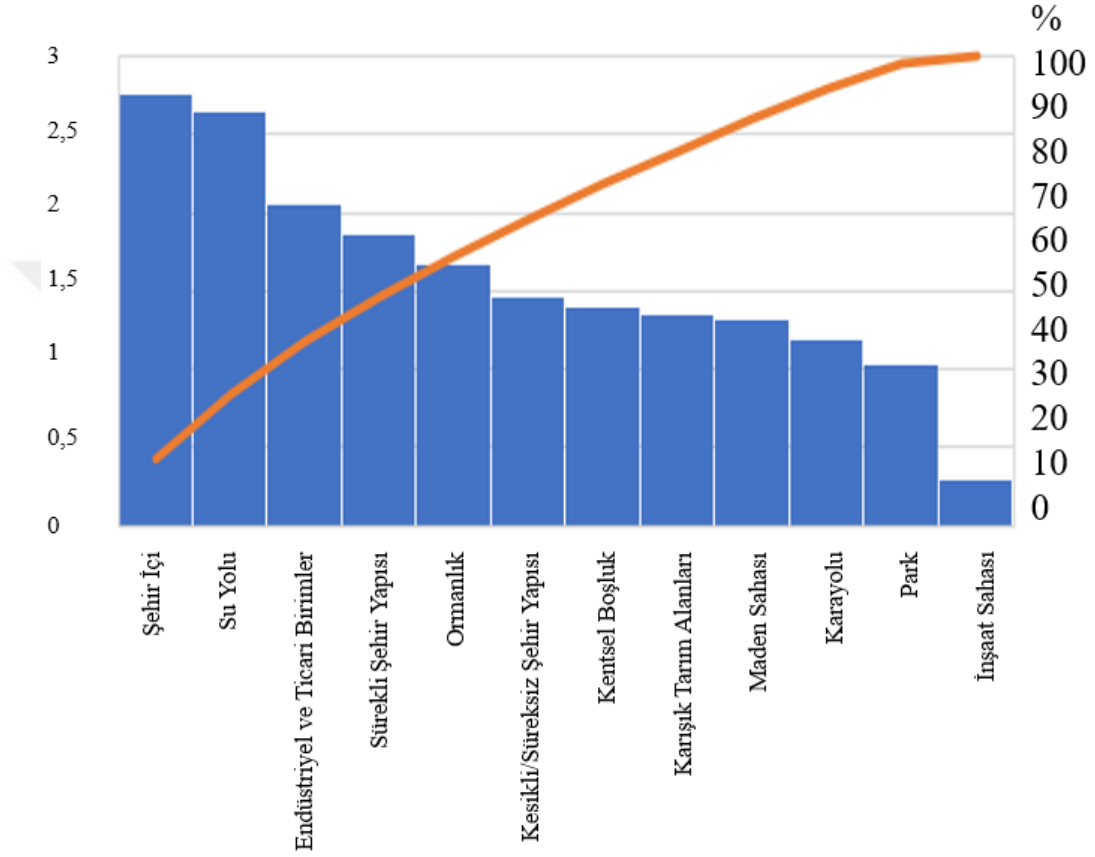
Çalışma alanının büyük bir kısmını kentsel doku (2.443,27 h) oluşturmaktadır. 5176,57 hektarlık bir alanla ekilebilir araziler alanın önemli bir kısmını kapsamaktadır. Tablo 7'ye göre, ormanlık alanlar ortalama 33,614 ton C ha⁻¹ ile en yüksek toprak organik karbon stoğuna sahiptir. Karbon stoklarının en az olduğu alanlar ise arazi değişikliğine uğrayan alanın kuzey kısmında kalan lekelerdir. Alanın güneyinde kalan Ormanlar 36,25 ton C ha⁻¹ barındırmaktadırlar. Karbon stokları bakımından en zengin ikinci alan ise doğal otlaklardır. Sürekli kentsel doku (S.L. : > %80) 25,44 ton C ha⁻¹ C stoğuna (en düşük) sahipken, kentsel alan içerisindeki yeşil alanlar 30,31 ton C ha⁻¹ ve Hızlı geçiş yolları ve ilgili araziler (31,23 ton C ha⁻¹) en yüksek C stoğuna sahip alanlardır. Alanın %47,2' sini kaplayan Ekilebilir araziler (yıllık ürünler) 31,23 ton C ha⁻¹ C stoğuna sahiptir.

3.4. YERSEL ÖLÇÜMLERLE ELDE EDİLEN TOK HARİTASININ DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil 28. TOK Stoklarının Çalışma Alanındaki Dağılımı

Yersel ölçümler sonucu hazırlanan bu harita (Şekil 28) Düzce Kent Merkezindeki ilk 0-30 cm derinliğinde belirlenen karbon miktarını göstermektedir. Yersel ölçüm ve analizler sonucunda elde ettiğimiz Düzce ili Toprak organik Karbon dağılımı haritasına göre karbon miktarı şehrin merkezinde yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 27'ye göre şehir içinden uzaklaştıkça yer yer arttığı ya da azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 29. Arazi Örtüsüne Göre TOK Dağılımı

Şekil 29'a göre haritada görülen değerler gibi karbon miktarının en fazla şehir içinde daha sonra su yolu ve sanayi bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak noktaların organik karbon miktarı incelendiğinde değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Örneğin 1.1.2 Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı içerisinde yer alan konut bahçesinde karbon miktarı %0,66 iken aynı şekilde 1.1.2 Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı içerisinde yer alan başka bir konut bahçesinde karbon miktarının %7,14 olduğu görülmektedir. Ormanlık alanlara bakıldığında da aynı fark görülmektedir. Örneğin şehrin içindeki iğne yapraklı bir ormanda karbon miktar %0,18 çıkarken kentten uzak

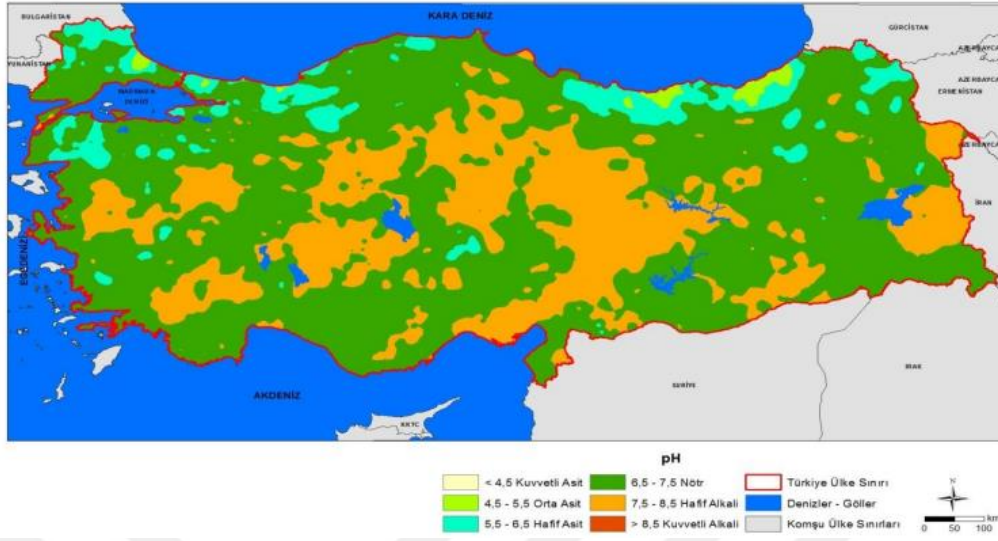
ve kırsal alandaki karışık yapıdaki bir ormanda karbon miktarının %6,87 olduğu tespit edilmiştir. 1.1.1 Sürekli Şehir Yapısı içerisindeki örneklem alanda (hiçbir peyzaj çalışması ya da beşerî bir müdahale görülmeleyen alan özelliği göstermektedir) karbon miktarının 0,69 olduğu tespit edilmiştir. Kentin içinde yer alan doğal çayırılık ve meralarda da karbon miktarının ortalama %0,72 civarında olduğu görülmektedir

3.5.TARTIŞMA

Yapılan analizler sonucunda alan bazında balçık toprak en fazla mevcut olan topraktır bunu killi balçık ve kumlu balçık takip etmektedir. Verilere ve literatüre bakıldığında arazi kullanımına göre ya da kente yakınlık kriterine göre bir genelleme yapmak mümkün değildir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakımından bitki gelişimi için elverişli olan balçık toprak türü aynı zamanda su kapasitesi de yüksek bir toprak türüdür (Gönensin, S. (1992). Düzce kentinin tarım ağırlıklı bir şehir olması sebebiyle verimli balçık türünün ağırlıkta olması olağan bir durumdur.

Çalışma sahasında toprak tepkimesi asidik özellik göstermekte ve arazi örtüsüne göre istatistiki bir genelleme yapılamamaktadır. Acir, N., & Günal, H. tarafından yapılan çalışmada doğal meralarda toprak Ph değerlerinin işlem gören topraklara göre önemli ölçüde daha düşük ölçüldüğü belirtilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanı verileri incelendiğinde benzer şekilde işlem görmeyen alanların pH değerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Özellikle insan müdahalelerinin yoğun olduğu konut bahçeleri, parklar ve kamu alanlarındaki toprak pH değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

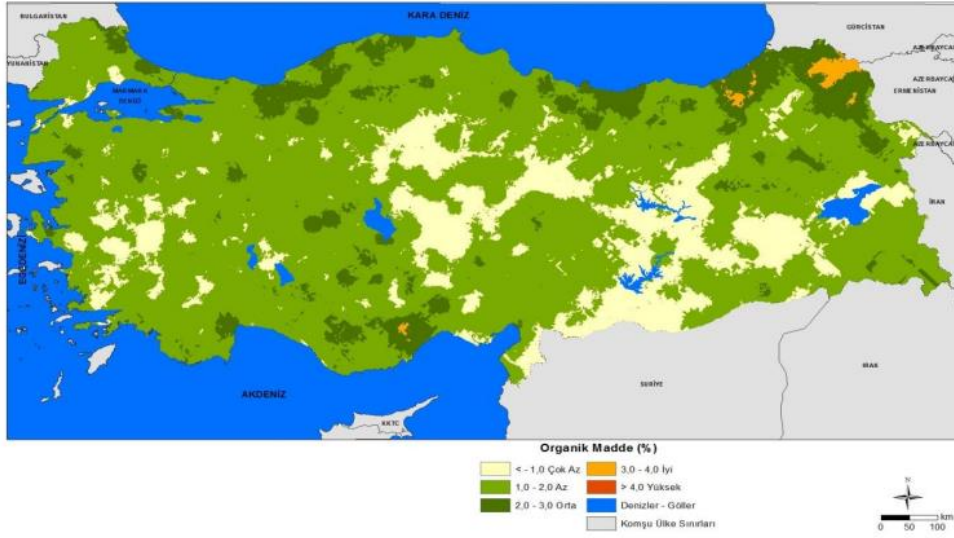
TÜRKİYE TOPRAKLARININ pH HARİTASI



Şekil 30. Türkiye Topraklarının pH Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).

Şekil 30'a göre Düzce ilini kapsayan alanın hafif asidik olduğu görülmekte çalışma alanı için benzer pH durumunun olduğu söylenebilir. Yaptığımız çalışmada da alanın yaklaşık %70'i hafif asidik yapıda ve alan içerisinde alkali toprağın mevcut olmadığı görülmektedir.

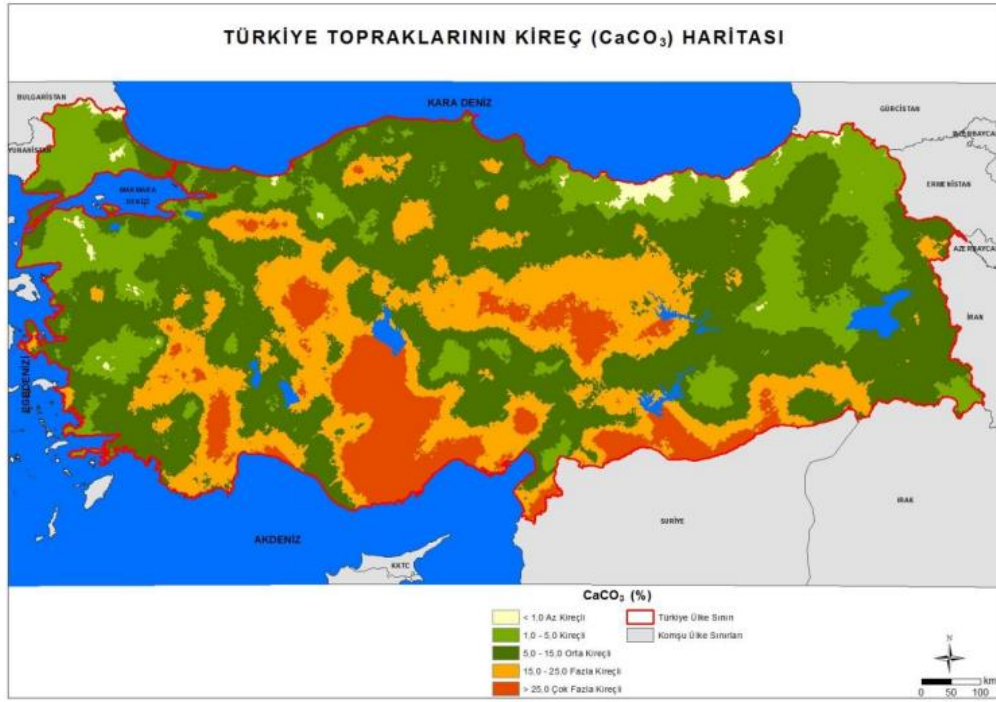
Yıldız, O., Aydın, D., Sargıncı, M., & Eşen, D'nin 2015'te Düzce Efteni Gölünde yaptıkları bir çalışmada toprak organik madde (OM) miktarının kıyıdağ itibaren ilk 50 metre uzaklıkta değişkenlik göstermezken 50 m'den sonra sudan uzaklaştıkça OM yoğunluğunun da giderek azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmamız kapsamında sonuçlar farklılık göstermiştir. Araştırma sahasındaki su yollarına bakıldığında organik madde miktarının genelde %4.4 civarında olduğu belirlenmiş ancak %0,58 ile sahadaki en düşük organik madde miktarına sahip arazi örtüsünün de riparian alan olduğu tespit edilerek suya yakınlık bakımından önemli bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 31. Türkiye Topraklarının Organik Madde Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).

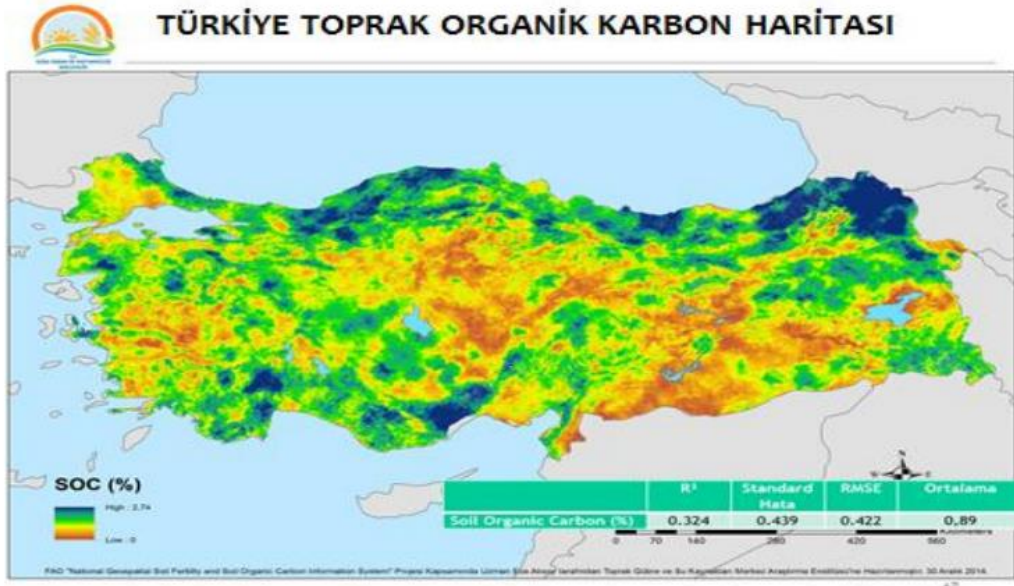
Çalışma alanındaki organik madde miktarı incelendiğinde ortalama organik madde miktarı %2.0 civarındadır. Şekil 29'a göre ise Düzce ilinin ortalama %2.0-3.0 kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu durumda yapılan analizler sonucundaki veriler ve Türkiye Topraklarının Organik Madde Haritası arasında önemli bir fark olmadığı ve organik madde miktarı açısından benzer sonuçlar çıktığı görülmektedir.

Türkiye'deki topraklar, sedimenter kökenli oldukları ve az yağış sebebiyle kirecin yıkanmamasından dolayı kireç bakımından genellikle yüksektir. Ancak volkanik kökenli olan topraklar ve hümik bölgelerdeki toprakların kireç miktarları daha düşüktür (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018). Şekil 30'a göre Düzce ilinin az kireçli ve kireçli olduğu görülmektedir. Çalışma sonucunda ise benzer bir sonuçla Düzce ilinin yaklaşık %80'inin orta kireçli yapıda olduğu belirlenmiştir.



Şekil 32. Türkiye Topraklarının Kireç (CaCO₃) Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).

Toprak organik karbon açısından iyi ve kapsamı yüksek olan toprakların oransal ve miktar olarak en fazla bulunduğu bölge Karadeniz'dir (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018). Şekil 31'e göre Düzce ilinin çok düşük karbon miktarına sahip olmadığı hatta yüksek ve çok yüksek kategorilerde yer aldığı görülmektedir. Çalışma alanında da organik karbon miktarını yüksek ve orta olarak yoğunluk göstermektedir. TOK miktarının en yüksek olduğu alanlar ise kent içinde yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 33. Türkiye Toprak Organik Karbon Haritası (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).

Bir alandaki toprak organik karbon içeriği çeşitli çevresel faktör sebebiyle değişiklik gösterebilir. Sıcaklık, yağmur miktarı, topoğrafik özellikler, toprak tekstürü, arazinin ne amaçla kullanıldığı ve nasıl yönetildiği TOK'u direkt olarak etkilemektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı,2018).

Yapısal ve sanayi yoğunluğunun fazla olduğu bir alanda gerçekleştirilen çalışmanın da bu faktörlerden oldukça fazla etkilendiği gözlemlenmiştir. Kent içerisinde konut bahçesi, park, tarım alanları gibi çeşitli arazi örtüleri üzerindeki beşerî etkiler karbon miktarını etkilemektedir. Yüzeye dökülen bitki atıkları ve bitki kökleri topraktaki organik madde miktarını artırmaktadır (Erdoğan, Ş., Koçyiğit, R., & İ, Oğuz ,2021). Bu durum özellikle tarım alanlarında ve konut bahçelerindeki karbon miktarının fazla çıkmasına sebep olabilir. Aynı zamanda konut bahçelerinde kullanılan taşıma topraklar, yapısal alanlardaki evsel atıklar, gübreleme faaliyetleri, toprak türü gibi birçok etken kentin içerisinde karbon miktarının fazla çıkmasını etkileyebilir.

Yapılan bir çalışmada organik karbon miktarının killi topraklarda kumlu topraklara göre daha fazla olduğu ve bunun sebebinin kil minerallerinin organik maddenin etrafını sarıp ayrışmaktan koruması olarak belirtilmektedir (Erdoğan, Ş., Koçyiğit, R., & İ, Oğuz ,2021). Çalışma alanında tam olarak aynı istatistiki bir kanıt bulunamamıştır

ama kısmen killi toprakların daha yüksek organik karbon değerlerine sahip olduğu söylenebilir.

Alanda peyzaj çalışmalarının olmadığı yarı doğal alanlarda TOK miktarının daha az, taşıma toprak olan ya da gübreleme yapılan alanların ise daha yüksek TOK miktar da tespit edilmişti. Aumtong, S., Chotamonsak C., Pongwongkam P. and Cantiya K. (2023)'e göre kimyasal gübreleme, toprağın biyokimyasal özelliklerini değiştirebilir. TOK'un artış sebebi toprak pH değerlerindeki düşüş, kimyasal girdiler ve kompost gübrelerle bağlantılıdır. Kentsel alanların TOK havuzları açısından en fakir alanlar olarak (ÇEM, 2018) belirtilmesinin aksine çalışma alanında en yüksek karbonun şehir içinde çıkmış olması bu sebeplerle açıklanabilir.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. SONUÇ

Bu tez çalışması kapsamında kentleşme süreci içerisinde olan Düzce kent merkezinde daha önce kentsel ekosistemlerde ele alınmamış olan Toprak Organik Karbonu hesaplanmış ve Toprak Organik Karbon haritası oluşturulmuştur. Örnek alan Düzce ilinde %2.65'lik bir değerle en yüksek toprak organik karbon miktarına sahip arazi örtüsünün şehir içi olduğu belirlenmiş bu sıralamayı sanayi alanları takip etmiştir. Çalışma alanındaki bir tane bulunan inşaat sahası en düşük organik karbon yüzdesine sahip arazi örtüsüdür. Sayı bakımından tek olduğu göz önüne alınırsa aslında kentteki parkların en düşük toprak organik karbon yüzdesine sahip arazi örtüsü olduğu söylenebilir.

Araştırmanın başında 3 hipotez yer almaktadır. Bunlardan ilki: Hipotez 1: Toprakta depolanan organik karbon miktarı, kentleşme ve endüstrileşmenin yoğun olduğu alanlardan uzaklaştıkça artış eğilimi sergilemektedir. Çalışma alanına ait bazı özellikler ve koşullar sebebiyle bu hipotez tam olarak doğrulanamamıştır. Çalışma sahasını kapsayan Düzce kenti için yerel ölçümler sonucunda kent içerisinde toprak organik karbon miktarı fazla çıkmıştır. Oysa ki kentler, doğal ve yarı doğal alanlara göre daha az toprak organik karbonu depolanmaktadır. Bu durumun sebepleri arasında şunlar sıralanabilir: 1) Kent merkezinde konut bahçelerinde kullanıcılar taşıma toprak kullanmış olabilirler. Arazi çalışmalarında konut sahipleri ile gerçekleştirilen sohbetlerde kullandıklarını doğruladığımız noktalar mevcuttur. 2) Tarım alanlarında veya konut bahçelerinde kimyasal gübre kullanımı organik madde miktarını artırmış olabilir. 3) Konut alanlarındaki topraklara evsel atıkların karışması organik karbon miktarında artışa sebebiyet vermiş olabilir. 4) Arazi çalışmalarında gözlemler sonucunda fabrika ve okul bahçelerinde yapılmış olan peyzaj tasarımları için takviye toprak kullanılmıştır. Taşınan toprak organik madde açısından zengin bir toprak türü olabilir.

Hipotez 2'ye göre kurak iklimlerin hüküm sürdüğü bölgelere kıyasla Karadeniz iklimin hâkim olduğu ılıman bölgelerde toprak organik karbon miktarı yüksektir. Tarım ve Orman Bakanlığının 2018'de hazırlamış olduğu proje kapsamında sunulan

Türkiye Toprak Organik Karbon haritasında da Karadeniz bölgesinin yüksek karbon değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler kapsamında alandaki toprak organik karbon miktarı açısından yüksek değerlere sahiptir.

Hipotez 3'e göre kentlerdeki toprak organik karbon miktarının hesaplanması ve iklim değişikliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, tarım arazileri, ormanlık alanlar, diğer açık yeşil alanlar, endüstriyel bölgeler, yerleşim alanları ve yollar gibi farklı alan kullanımlarından elde edilen verilerin toplanmasıyla birlikte ortaya konulabileceği doğrulanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen çıktılarına göre araştırma alanı için şu öneriler geliştirilmiştir:

- Toprakta depolanan organik karbon miktarının kentleşme ve endüstrileşmenin yoğun olduğu alanlardan uzaklaşıldıkça artış eğilimi sergilemediği sonucundan yola çıkılarak kentlerde düşük organik karbon beklentisinin olmaması gerektiğini vurgulayabileceğimiz gibi bunu tüm kentlere genellememenin de önemli olduğunu aktarmamız gerekmektedir. Kentlerde endüstrileşme ile birlikte farklı kent planları ortaya çıkmaktadır. Bazı kentler tarım kenti olabilirken bazıları sanayi kenti olma eğilimi sergilemektedir. Bu durumlar topraktaki organik karbon miktarının değişmesine sebep olacak gelişmelerdir.
- Araştırmanın zamanı ve bölgesi çalışma sonuçlarını etkilemektedir. Tarım alanlarına gübre atıldıktan sonra alınan numuneler ile öncesindeki numuneler veya konut bahçesine taşınan topraktan alınan numune farklılık gösterebilmektedir. Bu çalışma yüksek lisans sürecinde zaman kısıtı olduğundan farklı yıllarda numuneler almak için yeterli süreye sahip olamamıştır. Sonraki yapılacak çalışmalar için farklı dönemlerde toprak numune örneklerinin incelenerek daha hassas sonuçlar elde edebilecekleri önerilmektedir.
- Tarım sektörü, toprakta organik karbon depolamasının önemli bir bileşenidir. İlaçlama ve yapay gübre kullanımı sera gazı salınımını artırmakla beraber topraktaki organik karbon miktarında da artışa sebep olmaktadır. Sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesi bu noktada önem arz etmektedir. Çiftçilere, organik tarım yöntemlerini kullanmaları ve toprak

verimliliğini artırmaları için teşvikler sağlanabilir. Bu politika, toprakta organik karbon birikimini artırarak çevresel sürdürülebilirliği destekleyebilir.

- Ormanlar, büyük miktarlarda organik karbon depolayan ekosistemlerdir. Orman koruma alanlarının genişletilmesi ve ormansızlaşmanın önlenmesi için politikalar geliştirilebilir. Ayrıca, orman varlığını artırmak için ağaçlandırma ve orman rehabilitasyonu projeleri desteklenebilir.
- Kentlerdeki yeşil alanlar, organik karbon depolama kapasitesine katkıda bulunabilir. Şehir planlaması ve yapılandırması süreçlerinde, yeşil alanların korunması ve artırılması için politikalar oluşturulabilir. Doğa tabanlı yeşil altyapı çözümleri kapsamında kentlere parklar, bahçeler, yeşil çatılar ve dikey bahçeler gibi uygulamalar teşvik edilebilir.
- Toprak erozyonu, tuzlanma, asitlenme gibi olumsuz etkiler, organik karbon birikimini azaltabilir. Toprak yönetimi ve rehabilitasyonu politikalarıyla, toprak sağlığını ve verimliliğini artırmaya yönelik çalışmalar desteklenebilir. Bu, organik karbon depolama potansiyelini artırabilir.
- Toprak ve organik karbon depolama konusunda halkın ve paydaşların farkındalığını artırmak önemlidir. Eğitim programları ve farkındalık kampanyaları aracılığıyla, toprak yönetimi, sürdürülebilir tarım ve çevresel etkiler konusunda bilinçlendirme faaliyetleri yürütülebilir.

Bu politika önerileri, toprakta organik karbon depolamasını artırmak, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlamak amacıyla geliştirilebilir. Araştırma alanının özelliklerine göre şekillenebilecek olan bu kent politikaları her kente göre özelleştirilerek detaylandırılabilir ve uygun politika tedbirlerini belirlenebilir.

5.KAYNAKÇA

- Acir, N. & Günal, H. (2019). Elektriksel İletkenlik ve pH Analizinde Toprak-Su Karışımlarının Karşılaştırılmaları. *ISPEC Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi*. Siirt, Türkiye.
- Kesgin Atak,B. & Ersoy Tonyaloğlu, E. (2019). Aydın İli Örneğinde Karbon Depolama Potansiyelinin Mekansal ve Zamansal Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 778-786.
- Aumtong, Suphathida & Chotamonsak, Chakrit & Pongwongkam, Paweenuch & Cantiya, Kanchana. (2023). Chemical Fertilization Alters Soil Carbon İn Paddy Soil Through The Interaction Of Labile Organic Carbon And Phosphorus Fractions. *Agronomy*, 13,1588.
- Kara, C.Ö. (2022). ‘Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Rize İli Ziraat Botanik Parkı Örneği’, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Rize, Türkiye.
- Bekiryazici, F. (2015). ‘Kentsel Açık-Yeşil Alanların Sağladığı Ekosistem Hizmetleri’, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Et Al. (2010). Towards An Assessment Of Multiple Ecosystem Processes And Services Via Functional Traits, *Biodiversity And Conservation*, 19(10).
- Brown, Sally & Miltner, Eric & Cogger, Craig. (2012). *Carbon Sequestration Potential İn Urban Soils*, USA, Springer.
- Brussaard, L. (1997). Biodiversity And Ecosystem Functioning İn Soil. *Ambio*, 26(8), 563-570.
- Canedoli, C., Ferrè, C., El Khair, D. A., Comolli, R., Liga, C., Mazzucchelli, F., ... & Padoa-Schioppa, E. (2020). Evaluation Of Ecosystem Services İn A Protected Mountain Area: Soil Organic Carbon Stock And Biodiversity İn Alpine Forests And Grasslands. *Ecosystem Services*, 44(10).
- Churkina, G.; Grote, R.; Butler, T.M., (2015). Lawrence, M. Natural Selection Picking The Right Trees For Urban Greening. *Environ. Science & Policy*, 47, 12-17.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanna, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., (1997). The Value Of The World's Ecosystems Services And Natural Capital, *Nature*, 387, 253-260.
- Çelik Turan, A. (2017). ‘Kentsel Değişimlerin Yeşil Kent Olgusunun Planlama-Tasarım-Peyzaj İlişkisi: Karbon Bağlamında Bir Model Önerisi’, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- ÇEM (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü), (2018). *Toprak Organik Karbonu Projesi*, Teknik Özet, Ankara, Türkiye.

- De Deyn, G. B., Shiel, R. S., Ostle, N. J., Mcnamara, N. P., Oakley, S., Young, I., & Bardgett, R. D. (2011). Additional Carbon Sequestration Benefits Of Grassland Diversity Restoration. *Journal Of Applied Ecology*, 48(3), 600-608.
- Demirci, M. (2015). Kentsel İklim Değişikliği Yönetişimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 46., 75-100.
- Duman Vd., (2005). Step-Over And Bend Structures Along The 1999 Duzce Earthquake Surface Rupture, North Anatolian Fault, Turkey. *Bulletin Of The Seismological Society Of America*, 95(4), 1250-1262.
- Düzce Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2017), *Düzce İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu*, Düzce Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Türkiye.
- Düzce Tarım ve Orman İl Müdürlüğü. (2013), *Düzce İli Doğa Turizmi Master Planı 2013 – 2023*, Düzce Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Türkiye.
- Edmondson, JL., O’Sullivan, OS., Inger R., Potter J., Mchugh N. (2014). Urban Tree Effects On Soil Organic Carbon. *Plos ONE* 9(7), E101872.
- Erdoğan, Ş., Koçyiğit, R., & Oğuz İ. (2021). Kurak İklim Koşullarında Yüksek Rakımlı Farklı Arazi Kullanımlarında Karbon Fraksiyonlarındaki Kısa Süreli Değişim, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(3), 119-126.
- Ernst (2004). Vegetation, organic matter and soil quality, *Developments in Soil Science*, 29, 41-98.
- Evliyaoğlu, G. (2019). ‘Farklı Alan Kullanımlarında Toprak Organik Karbon Dinamiğinin Belirlenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Eskişehir, Türkiye.
- Gönensin, S. (1992). Peyzaj Mimarları İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Arazide Belirlenmesi ve Değerlendirilmesinin Pratik Esasları, *Journal Of The Faculty Of Forestry Istanbul University*, 42(1-2), 139-155.
- Görcelioğlu, E. (1999). Kent Ormanları ve İklim Değişimi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 49(B).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli Değerlendirme Raporu*, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Rap. 2012, 2013, 2018 .
- IPCC *Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli Değerlendirme Raporu*, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Rap. (2021).
- IRAP (İl Afet Risk Azaltma Planı), (2021). *İstanbul İl Afet Risk Azaltma Planı*, IRAP (İl Afet Risk Azaltma Planı).
- Kantarıcı, (1987), Çepel (1988). *Toprak İlmî Ders Kitabı*. İstanbul, Türkiye. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Kaya, S., (2022). ‘Farklı Habitat Tiplerindeki Doğal Bitki Örtüsünün Tür Ve Kompozisyon Düzeyinde Tanımlanmasına Yenilikçi Bir Yaklaşım’, Doktora Tezi, , Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.

- Kaya, M. Y., & Uzun O., (2019). Ekosistem Hizmetleri ve Mekânsal Planlama İlişkisinin Peyzaj Planlama Çerçevesinde Değerlendirilmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 2166-2193.
- Kesgin, B. & Ersoy, E., (2019). Aydın İli Örneğinde Karbon Depolama Potansiyelinin Mekansal ve Zamansal Analizi. *Afyon Kocatepe University Journal Of Sciences And Engineering*. 19. 778-786.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2023, 10 Haziran), *Yıllık Sıcaklık Ortalaması* Erişim: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=DUZCE>.
- Minasny, B., vd. (2017), Soil Carbon 4 Per Mille. *Geoderma*, 292., 59-82.
- Nowak, D.J., Hoehn, R., Crane, D.E., Weller, L., Davila, A., (2011). Assessing Urban Forest Effects And Values: Los Angeles's Urban Forest. *USDA Forest Service, Northern Resource Bulletin*, NRS-47, 292.
- Poeplau, C., & Don, A. (2013). Sensitivity Of Soil Organic Carbon Stocks And Fractions To Different Land-Use Changes Across Europe. *Geoderma*, 192, 189-201.
- Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B. A. S., Schumacher, J., & Gensior, A. (2011). Temporal Dynamics Of Soil Organic Carbon After Land-Use Change In The Temperate Zone—Carbon Response Functions As A Model Approach. *Global Change Biology*, 17(7), 2415-2427.
- Pouyat, R.V., J.Russell-Anelli, I.D. Yesilonis, And P.M.Groffman., (2003). Soil Carbon In Urban Forest Ecosystems. In J.M. Kimble Et Al. (Ed.) *The Potential Of U.S. Forest Soils To Sequester Carbon And Mitigate The Greenhouse Effect*. CRC Press, Boca Raton, FL., 347–362.
- Rodrigues, Cristina & Brito, Luís & Nunes, Leonel. (2023). Soil Carbon Sequestration In The Context Of Climate Change Mitigation: A Review. *Soil Systems*. 7(3), 64.
- Sargıncı, M., Yeşil, Z. B., Dönmez, A. H., & Yıldız, O., (2021) İstanbul Kent Ormanında Arazi Kullanım Yoğunluğuna Bağlı Toprak Özelliklerinin Değişimi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 899-914.
- Seto Vd., (2014). Supporting Global Environmental Change Research: A Review Of Trends And Knowledge Gaps In Urban Remote Sensing. *Remote Sensing*, 6(5), 3879-3905.
- Smith, J. B., Huq, S., & Klein, R. J. (2003). *Climate Change, Adaptive Capacity And Development*, Covent Garden, London, Imperial College Press.
- Sousa, F. P., Ferreira, T. O., Mendonça, E. S., Romero, R. E., & Oliveira, J. G. B. (2012). Carbon And Nitrogen In Degraded Brazilian Semi-Arid Soils Undergoing Desertification. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148, 11-21.
- Suzuki, H., Dastur, A., Moffatt, S., Yabuki, N., Maruyama, H., (2010). *Eco2 Cities: Ecological Cities As Economic Cities*. Washington, USA. The World Bank.

- Sülü, F. (2020). 'Farklı Meşcerelerde Toprak Organik Karbonu ve Toprak Üstü Bitki Özellikleri Arasındaki İlişkilerinin Belirlenmesi', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Şenik B., (2019). 'Kentsel Açık ve Yeşil Alan Planlama Rehberlerinin Geliştirilmesi: Düzce Örneği', Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Şimşek, Z., Vd. (2010). Kuraklığın Orman Biyoçeşitliliği Üzerine Etkileri ve Gelecekte Alınması Gereken Önlemler, *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu*, Çorum, Türkiye.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). *Türkiye Topraklarının Bazı Verimlilik ve Organik Karbon İçeriğinin Coğrafi Veri Tabanının Oluşturulması Tarımsal Araştırmalara ve Politikalar Genel Müdürlüğü Proje Sonuç Raporu*, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkiye.
- Brink, P.T. & Kettunen, M. & Vakrou, A., vd. (2011). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Londra ve Washington, Earthscan.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2018). *Toprak Organik Karbonu Projesi*, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkiye.
- Tuğaç, Ç. (2019). Sürdürülebilir ve İklim Değişikliğine Dayanıklı Kentleşme Bağlamında Kent Metabolizması Yaklaşımı, *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 28(1-2), 45-79.
- Tuğluer, M., & Oğuz, H., (2022). Kentlerin Karbon Yutakları: Kentsel Açık-Yeşil Alanlar, *1. Uluslararası Bilimsel ve Akademik Araştırma Konferansı*, Isparta, Türkiye.
- Tülek, B. (2017). 'Çankırı, Ilgaz Bölgesi Peyzajlarının Sağladığı Faydaların Peyzaj Yapıları, Karakterleri ve Fonksiyonları Açısından Çok Yönlü Analiz', Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*, İstanbul, Türkiye
- Uçgun, K., Kelebek, C., Cansu, M., Altındal, M., & Yalçın, B. (2019). Toprak Ph'sını Etkileyen Bazı Materyallerin Hububat Tarımında Kullanımı. *Toprak Su Dergisi*, Özel sayı, 94-100.
- Weindorf, Zhu, (2010). Spatial Variability Of Soil Properties At Capulin Volcano, New Mexico, USA: Implications For Sampling Strategy. *Pedosphere*. 20, 185-197.
- Yıldız, O., Aydın, D., Sargıncı, M., & Eşen, D. (2015). Efteni Sulak Alanının Kurutulmuş Sahalarının Toprağındaki Karbon ve Besin Değişimi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, 11(2), 23-39.
- Yılmaz, M., & Dengiz, O. (2021). Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkili Olarak Arazi Kullanımı Ve Arazi Örtüsünün Toprak Organik Karbon Stokuna Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 154-167.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gamze AKDOĞAN CİNAL
Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Düzce Üniversitesi	2023
Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Düzce Üniversitesi	2019
Lise		Tonya Anadolu Lisesi Lisesi	2014

YAYINLAR

Eroğlu E. & Akdoğan Cinal G. (2023). Kentsel Çekirdekte Yer Alan Farklı Alan Kullanımlarındaki Toprak Organik Karbon Stoklarının Karşılaştırılması: Düzce Örneği, *4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress*, Rize, Türkiye.